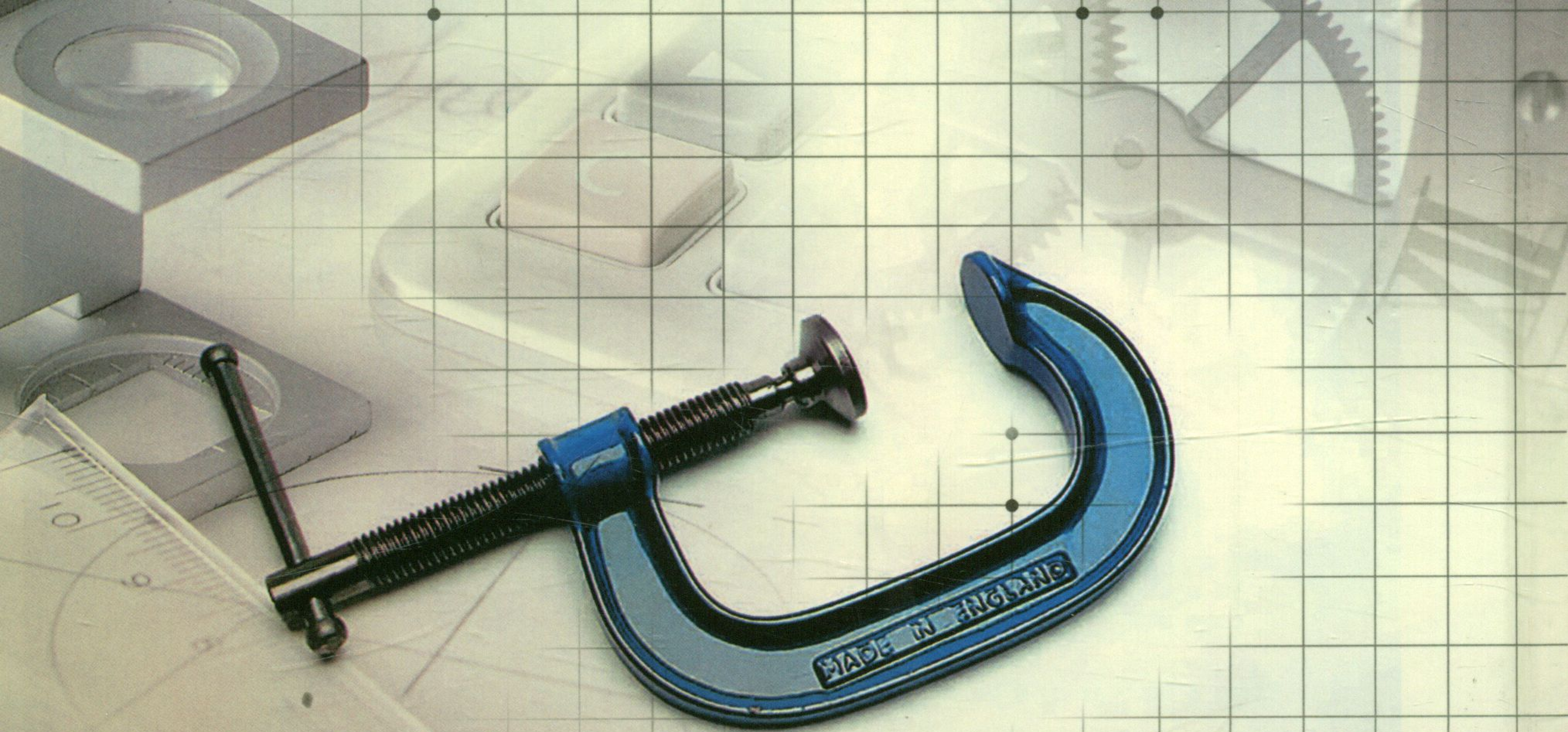


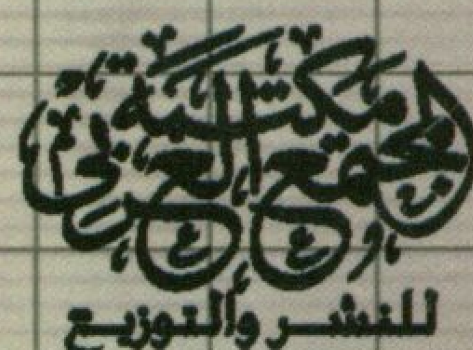
Engineering workshop

المشاغل الهندسية

الجزء الأول

م. محمد بشير الدهشان

أحمد عبد الرحمن عبد ربه





للنشر والتوزيع



للنشر والتوزيع

Engineering workshop

المشاغل الهندسية

(الجزء الأول)

Engineering workshop

المشاغل الهندسية

(الجزء الأول)

تأليف

المهندس

محمد بشير الدهشان

أحمد عبد الرحمن عبد ربه

الطبعة الأولى

2012م – 1433هـ

مكتبة المجتمع العربي

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

رقم الإيداع لدى دائرة المكتبة الوطنية (2008/7/2472)

671

دهشان، محمد

المشاغل الهندسية/محمد بشير دهشان. احمد عبد الرحمن عبد ربه

- عمان: مكتبة المجتمع، 2008.

(   ) ص

ر.أ. : 2008/7/2472

الواصفات: /الصناعات الهندسية// صهر المعادن// صناعة المعادن // صناعة الادوات المعدنية/

• أعدت دائرة المكتبة الوطنية بيانات الفهرسة والتصنيف الأولية

الطبعة العربية الأولى

2012م – 1433هـ

مكتبة المجتمع العربي

مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

عمان – وسط البلد – ش. السلط – مجمع الفحيص التجاري

تلفاكس 4632739 ص.ب. 8244 عمان 11121 الأردن

عمان – ش. الملكة رانيا العبد الله – مقابل كلية الزراعة –

مجمع زهدي حصوة التجاري

www: muj-arabi-pub.com

Email: Moj_pub@hotmail.com

المحتويات

شكر وتقدير

الى طلبتي الاعزاء ....

الى كل من ساهم في انجاز هذا العمل .....

لكم مني جزيل الشكر والامتنان

المقدمة :

في ظل التطورات العلمية والتقنية وحاجة قطاع التعليم التقني الى المراجع والاسس العلمية والتي تعتمد على تفعيل وتطوير دور العمل التقني والفني وكذلك ربط كل من العلم النظري والاسس الهندسية مع ما يتطلبه سوق العمل من اسس نظرية جاءت فكرة تأليف هذا الكتاب ليسهل ويوضح كثير من الامور التي تهم قطاع العمل التقني من فنيين ومهندسين وكذلك المهتمين بالعمل التقني والفني ويكون مرجع من المراجع العربية التي تضاف الى المكتبة العربية.

حيث يتناول هذا الكتاب في محتواه على مواضيع رئيسية والتي منها القياسات الكهربائية واللحام والكهربائي وفن التجارة وكذلك التكييف والتبريد راجين من الله العلي القدير يكون هذا العمل على قدر من الفائدة والتيسير والتقدم لكل طالب علم.

الوحدة الأولى

القياسات الميكانيكية

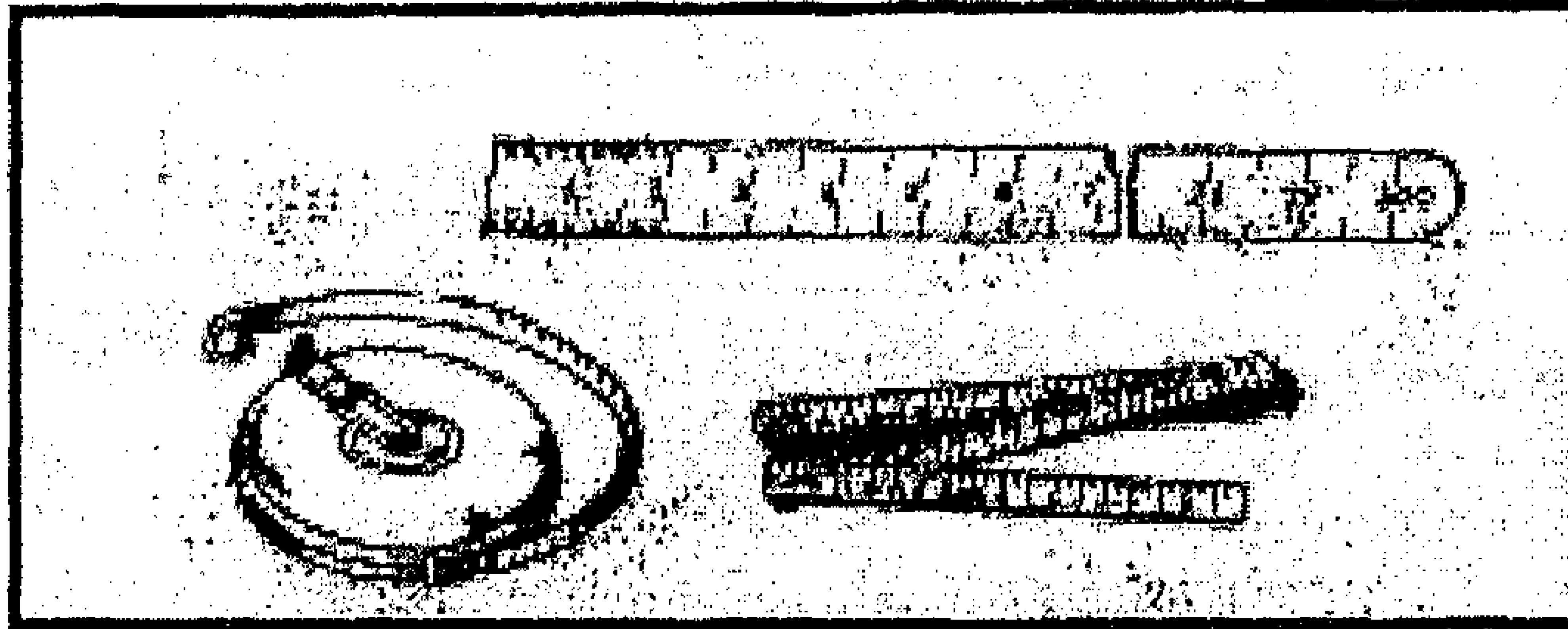
القياسات الميكانيكية:

1. أنواع عدد القياس:

توجد أنواع مختلفة لعدد القياس حسب الغرض المستعمل لها و سهولة الاستعمال و اختلاف الدقة في قراءتها .وفيما يأتي الأدوات و العدد المستعملة في القياس:

(1.1) المساطر و شرائط القياس:

تستعمل المساطر للقياس المباشر للمسافات القصيرة أما شرائط القياس فتستعمل لقياس المسافات الكبيرة ويوضح الشكل (1) بعض أنواع المساطر و الشرائط.

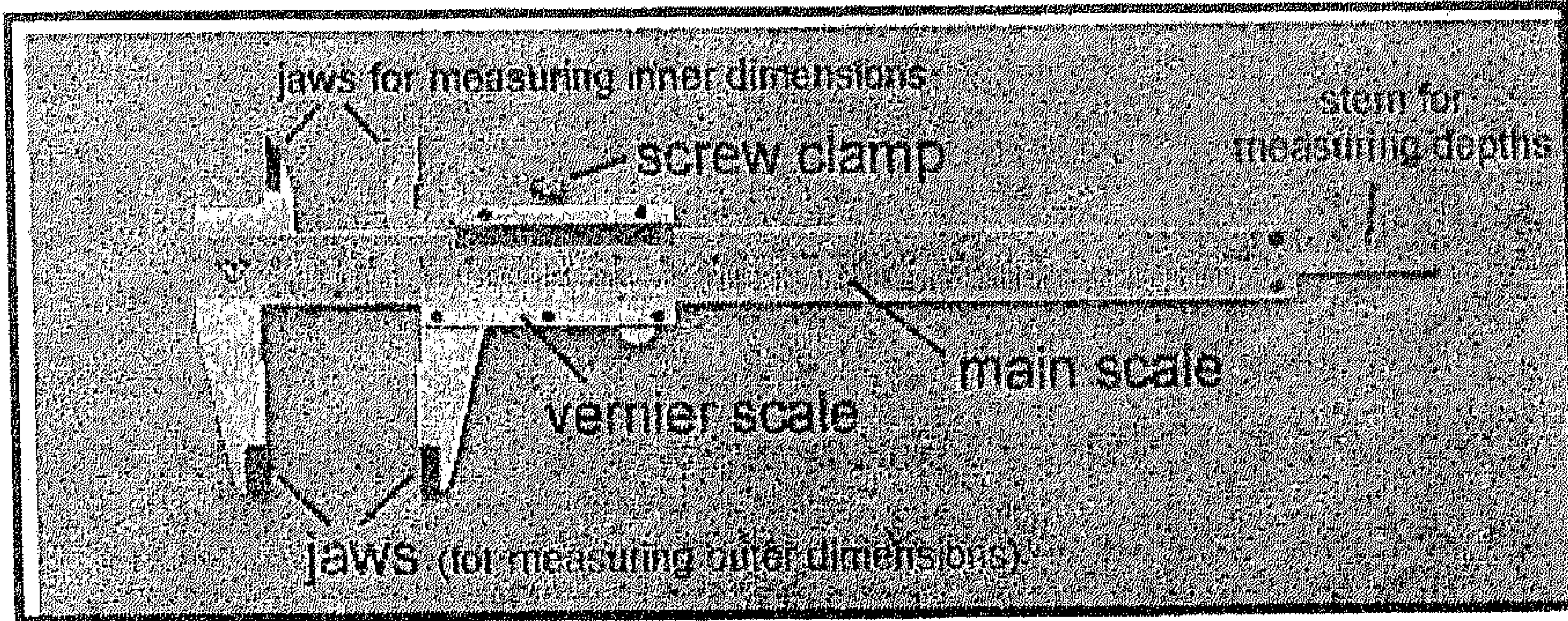


شكل (1): مساطر وشرائط القياس

وتعتبر مسطرة الصلب (steel rule) أقدم أداة من أدوات القياس و أكثرها شيوعاً في الاستعمال في عمليات القياس في الورش، كما توجد أنواع من مساطر الصلب بأشكال عديدة و بفئات مختلفة من حيث الدقة .وتدرج المساطر يكون إما حسب النظام المتري (metric system) أو حسب النظام البريطاني (BritshStanderd) واعتيادياً يدرج جانب واحد من المسطرة ويتراوح طول المساطر بين 6 ملم إلى 2500 ملم أو (بين 1/4 و100 بوصة).

(1.2) القدمة (ورنية) Vernier Callper:

تعتبر القدمة من أجهزة القياس الدقيقة و يمكن القياس فيها بدقة 10/1 ملم، 20/1 ملم، 50/1 ملم . وهي عبارة عن مسطرة مدرجة بالسنتيمترات و تنتهي بفك ثابت وينزلق عليها فك متحرك لقياس أجزاء وحدات القياس، يوجد مسمار ملولب لتثبيت الجزء المتحرك على المسطرة وذلك لعملية ضبط الفك المتحرك عند القياس. وعند القياس يفتح المسمار الملولب قليلاً لأجل تحريك الفك المتحرك للحصول على المقاس الصحيح. ويتراوح عمق الفكين بين 30- 90 ملم، والحد الأدنى للقياسات الخارجية 6 ملم، كما يلاحظ وجود نقطة ارتكاز على كل من فكي القدمة يستخدمان في ضبط فكوك التقسيم لمقاس معين كما في الشكل (2).



الشكل (2): الورنية Vernier Caliper

2. أنواع قدمات القياس:

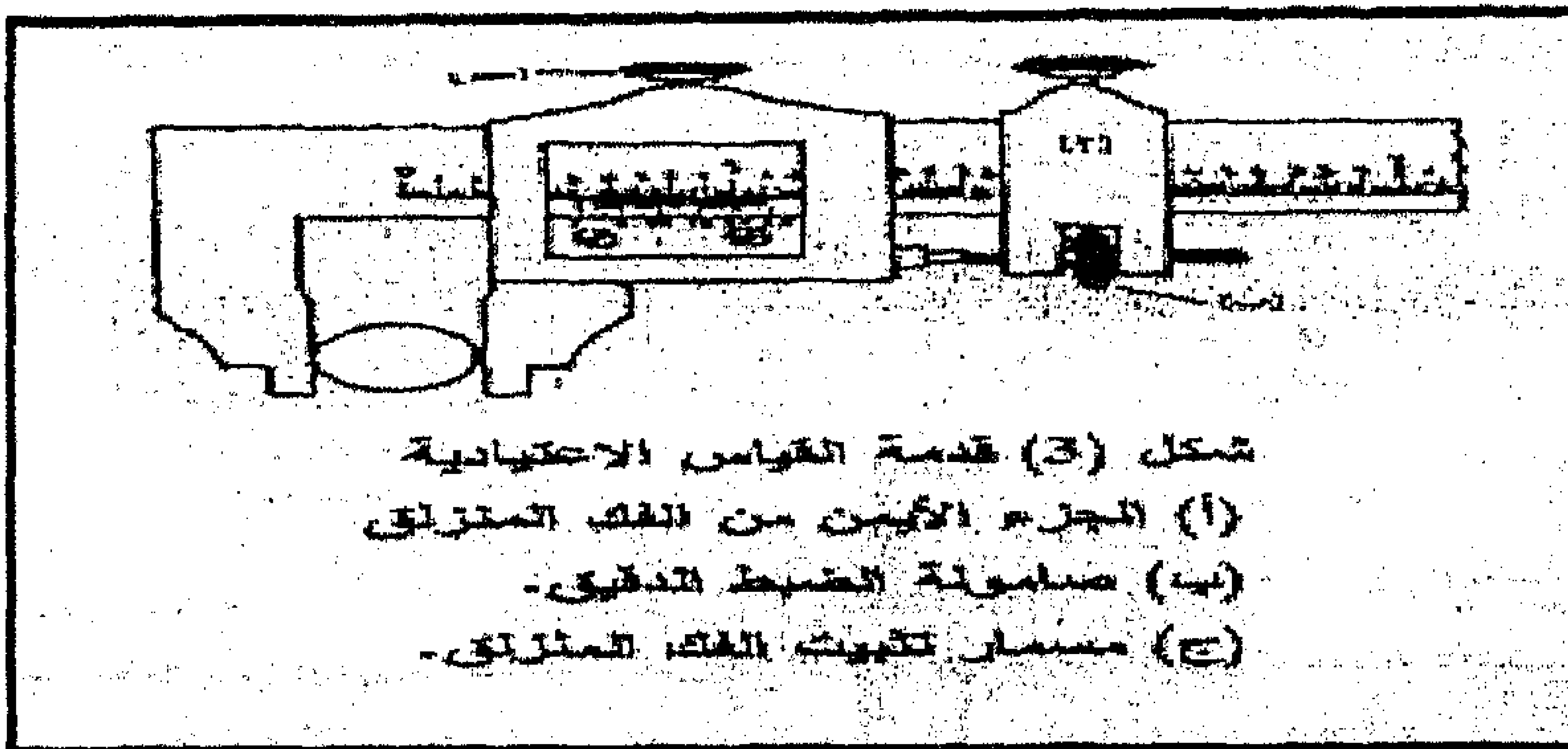
تصنف قدمات القياس حسب الاستخدام إلى الأنواع الآتية:

1. قدمة قياس الاعتيادية.
2. قدمة قياس الارتفاعات.
3. قدمة قياس الاعماق.

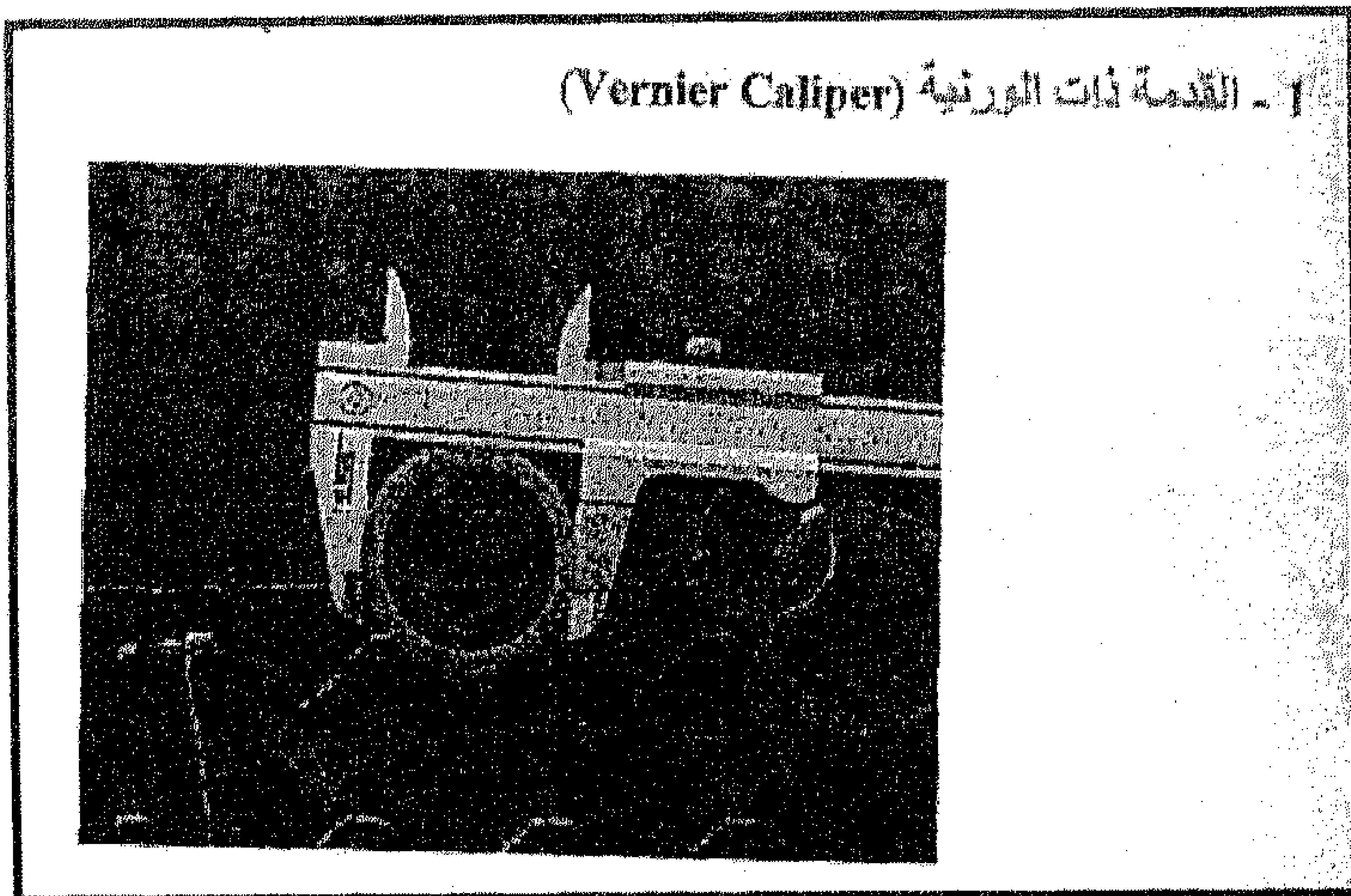
4. قدمة قياس أسنان الترس.

(1.2) قدمة القياس الاعتيادية:

وهي القدمة الاعتيادية التي ذكرناها وتستخدم في قياس الأقطار الخارجية و الداخلية حيث يمسك العامل الفك الثابت بيده لوضعه على الشغلة، بينما يستعمل يده الأخرى في تشغيل صامولة الضبط للحصول على المقاس الصحيح، والشكل (3) يوضح القدمة الاعتيادية.

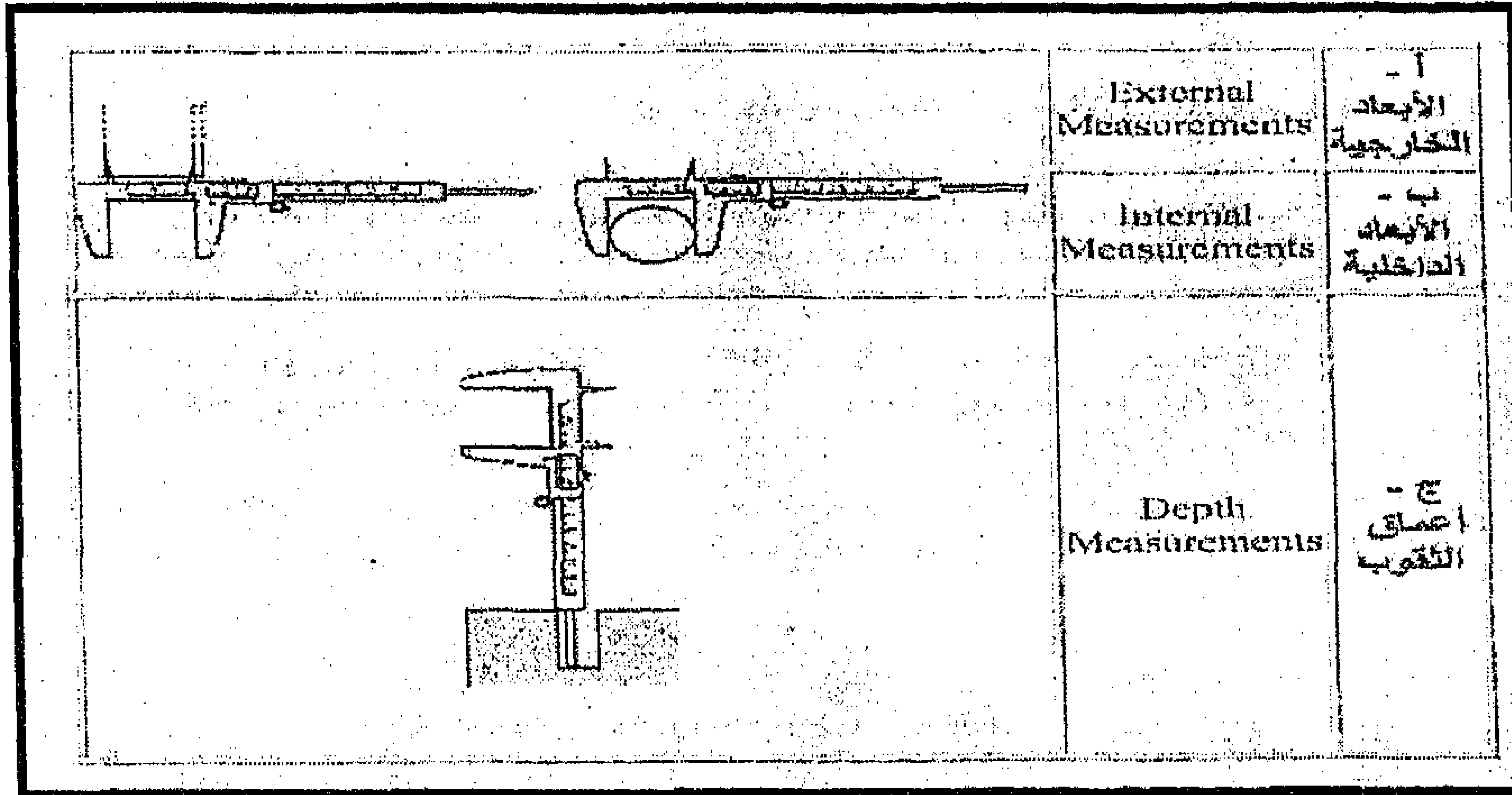


شكل (3) قدمة القياس الاعتيادية
(أ) الجزء الأيمن من الفك المنزلق
(ب) صامولة الضبط الدقيق.
(ج) مسمار تثبيت الفك المنزلق.



الشكل (3): قدمة القياس الاعتيادية

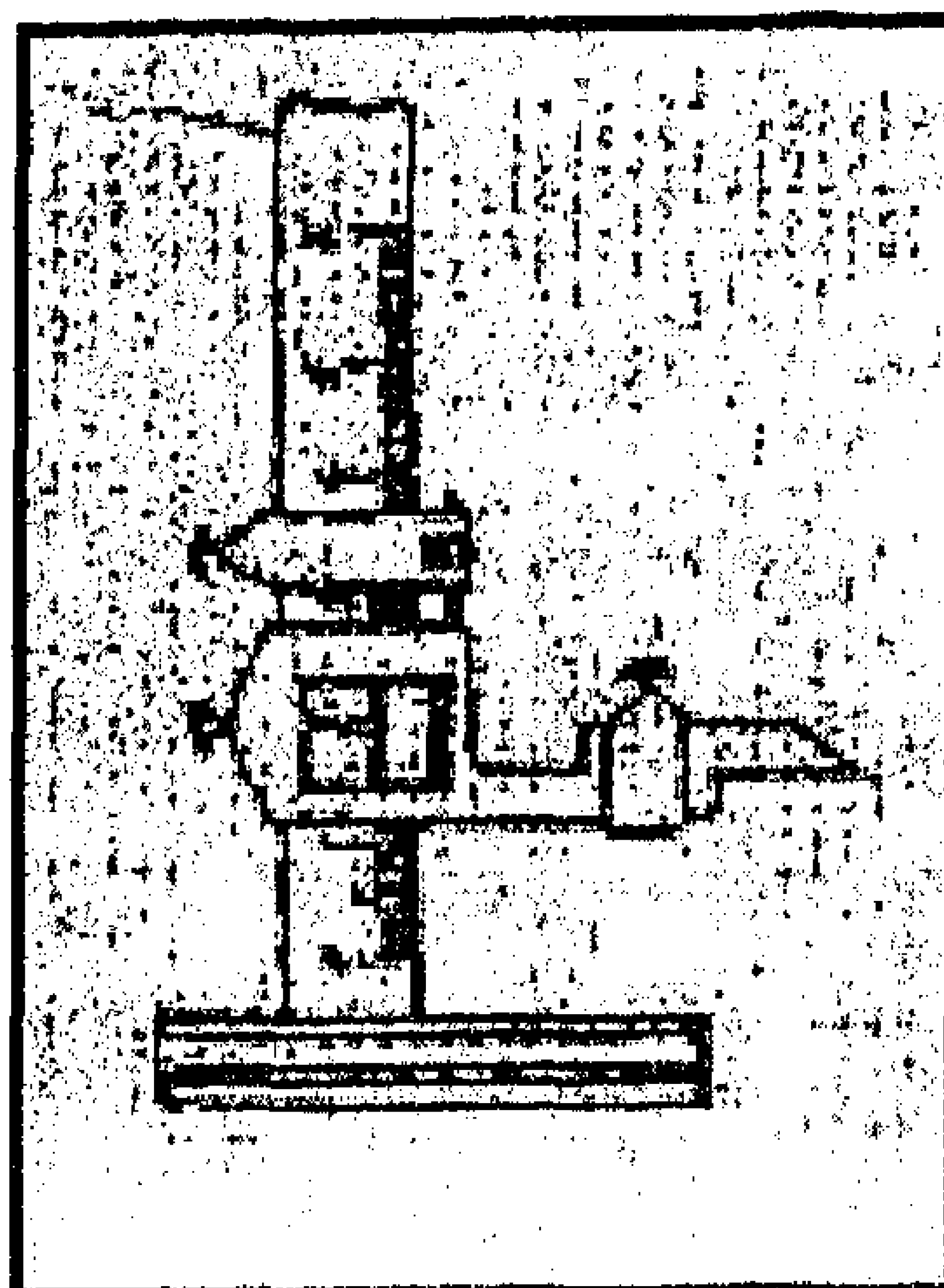
والشكل (4) يبين ثلاث حالات لاستعمال القدمة الفكية حيث يستعمل الفكان (أ) لقياس عرض المجاري والأقطار الداخلية والفكان (ب) لقياس سمك القضبان والأقطار الخارجية، والقائم(ج) يقيس عمق المجاري.



الشكل (4): ثلاث حالات لاستعمال القدمة

(2.2) قدمة قياس الارتفاعات:

تستخدم هذه القدمة لقياس الارتفاعات، والشكل(5) يبين قدمة قياس الارتفاعات. تختلف هذه القدمة عن القدمة الاعتيادية باستقرارها على قاعدة ثقيلة ولها مؤشر مشطوب على فك متحرك. وتستخدم هذه القدمة بوضع الشغلة على سطح صفيحة والقياس يقاس فوق سطح الصفيحة الذي يعتبر مرجع الارتفاع . وتوجد عدة مقاسات لقدمة قياس الارتفاعات. ويعرف مقاس القدمة بأقصى مسافة يمكن قياسها فمثلاً القدمة مقاس 250 ملم تعني أن أقصى مسافة يمكن قياسها بهذه القدمة هو 250 ملم. تستخدم قدمة قياس الارتفاعات لاختبار مواضع الثقوب للشغلات وتعيين محور عمود.



الشكل (5): قدمة قياس الارتفاعات

(3.2) قدمة قياس الأعماق Vernier Depth Gauge:

تستخدم هذه القدمة في قياس أعماق الفتحات والثقوب، وهي تتكون من ذراع مدرج بطول 200 ملم أو 250 ملم كما هو موضح في الشكل (6) مع أمثلة لاستعمالها، حيث أن الفك المنزلق يشبه القدمة العادية إلا أن قدمة قياس الأعماق مصممة بحيث ترتكز على حافة الفتحات.

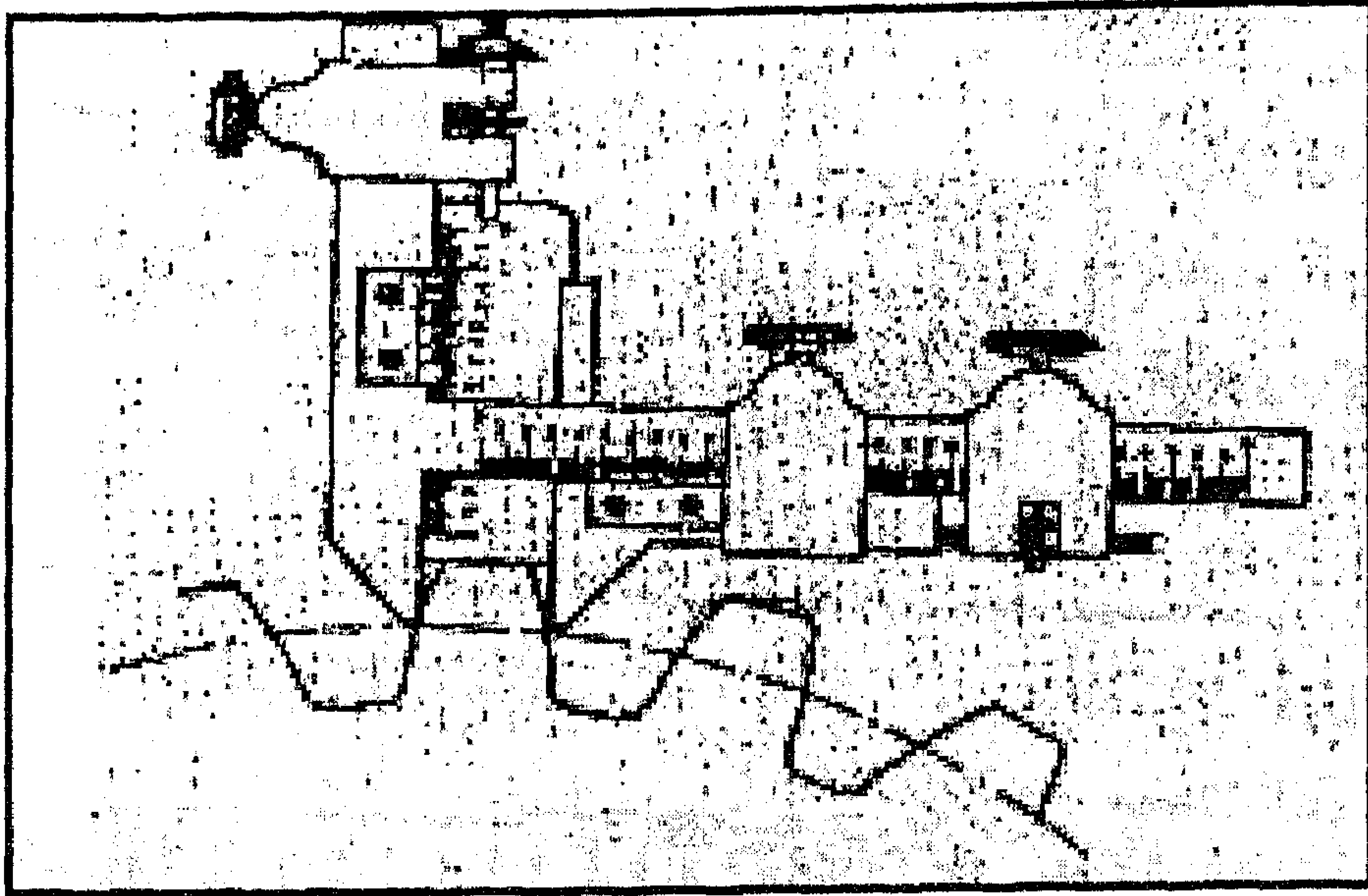
الاستعمالات	أمثلة
منزلق لقياس الاعماق مع مصند اعماق متخلخل لاجل قياس الاعماق والتنزيلات.	مسطرة متحركة مع تدريجة؛ مصند للاعماق؛ جسر مع ورنية
منزلق لقياس الاعماق مع مصند اعماق مركب لاجل قياس اعماق لثقات صغيرة، أو مثقبات (شلرق) ضيقة.	مسطرة متحركة مع تدريجة؛ مصند اعماق مركب؛ جسر مع ورنية
منزلق لقياس الاعماق مع مصند معقوف لاجل قياس التنزيلات الداخلية.	مسطرة متحركة مع تدريجة؛ مصند خطاف دائري؛ جسر مع ورنية
منزلق لقياس الاعماق مع جسر مفتوح لاجل قياس اعماق خوابير المحاور.	لولب تثبيت؛ منزلق؛ مسطرة متحركة مع تدريجة؛ لولب تثبيت المسطرة؛ جسر مفتوح
منزلق لقياس الاعماق مع مسطرة قابلة الحركة لاجل قياس اعماق الثقوب الداخلية.	مسطرة متحركة (متارجحة)؛ تدريجة ورنية؛ جسم مع قمة القياس

الشكل (6) أمثلة لاستعمالات قدمة قياس الأعماق

الشكل (6) : أمثلة لاستعمالات قدمة قياس الاعماق

(4.2) قدمة قياس أسنان الترس Gear Teeth Vernier:

تستخدم لقياس عرض سن الترس عند خط الخطوة، الشكل (7) ، وقد يكون قياسها بالنظام المتري أو الانكليزي . طريقة استخدامها حيث يتم ضبط القدمة على المسافات الصحيحة لطول طرف سن الترس ويضبط الفك المنزلق للقدمة أفقياً للحصول على القياس المضبوط.

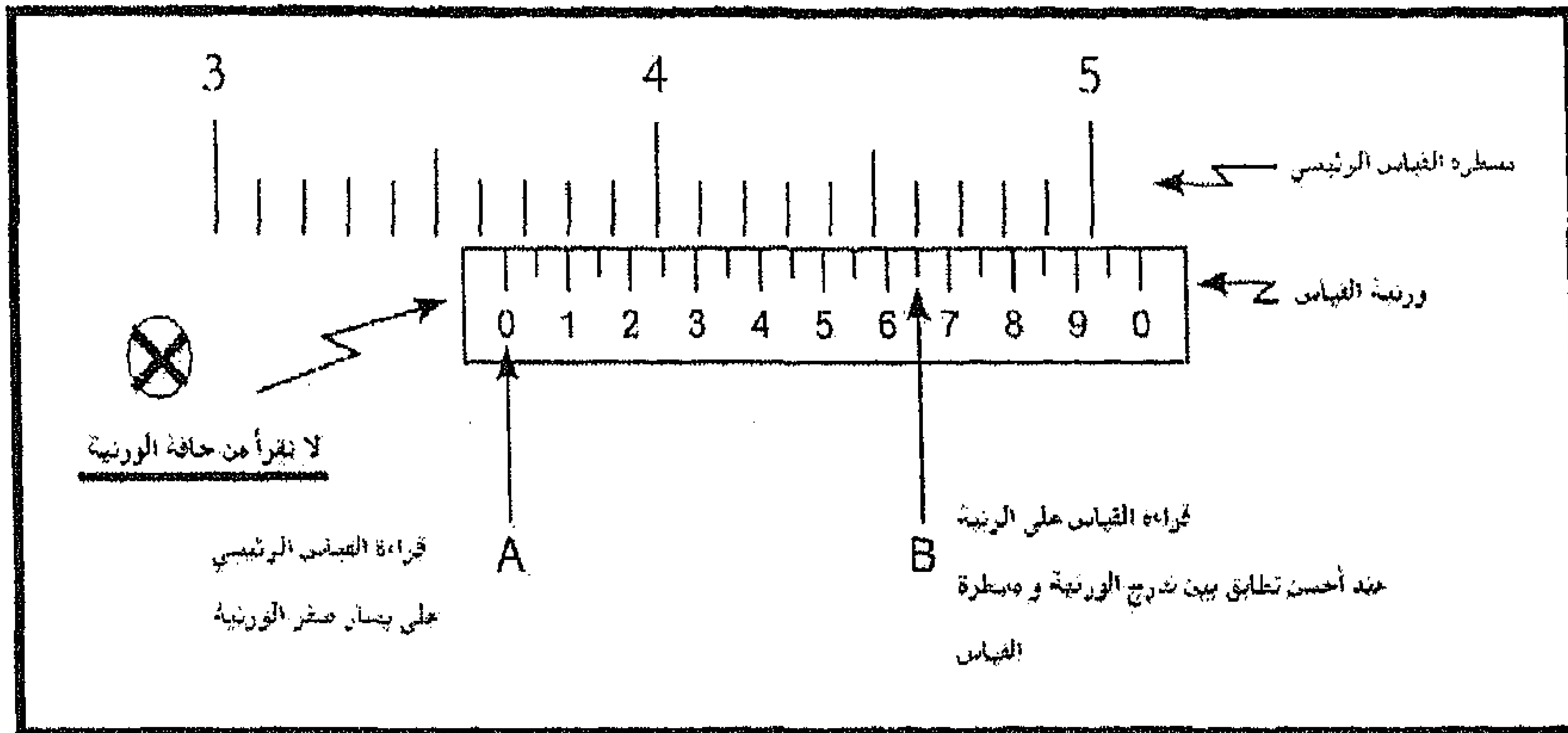


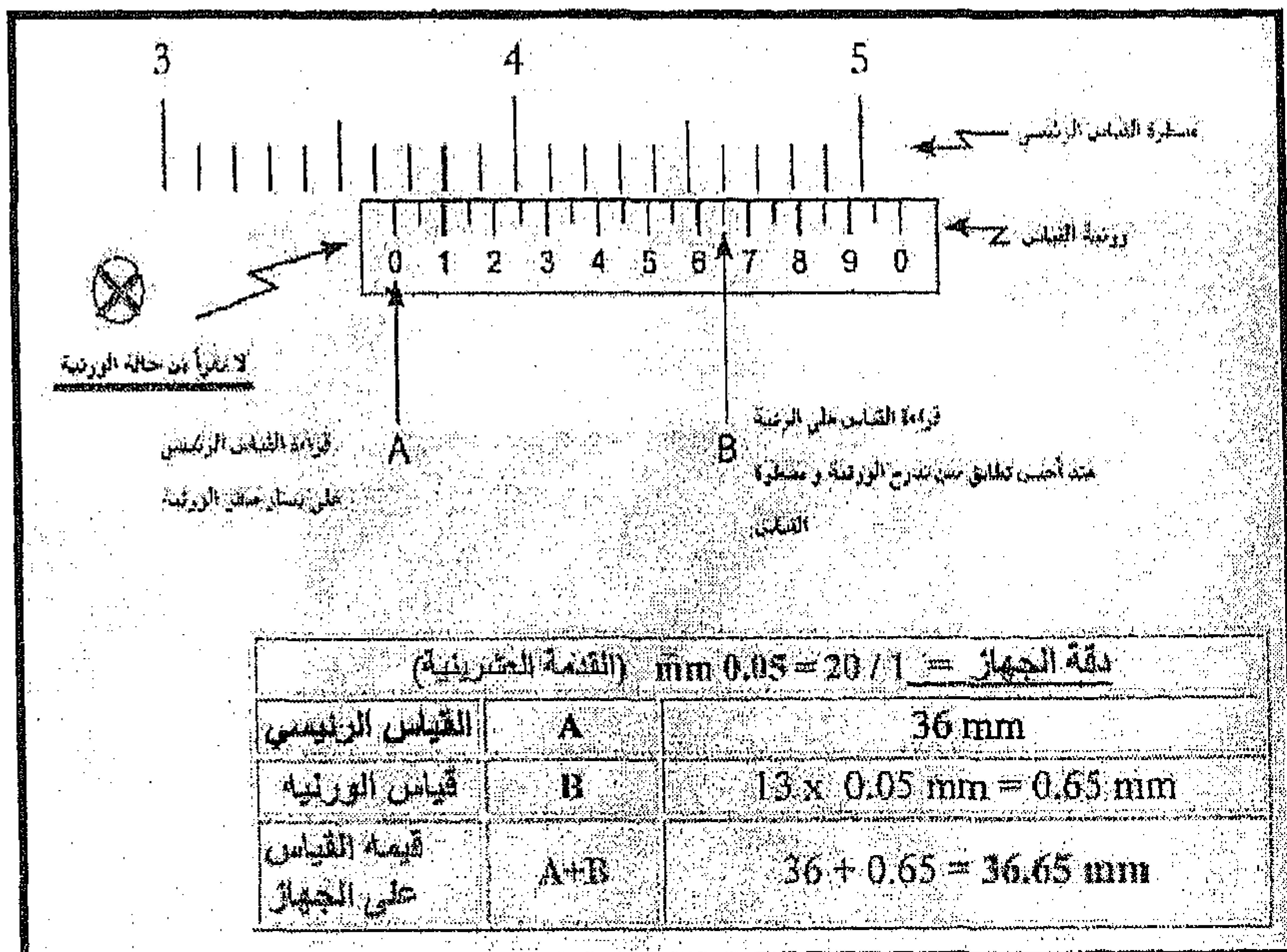
الشكل (7): قدمة قياس أسنان الترس

قراءة القدمة Vernier Reading:

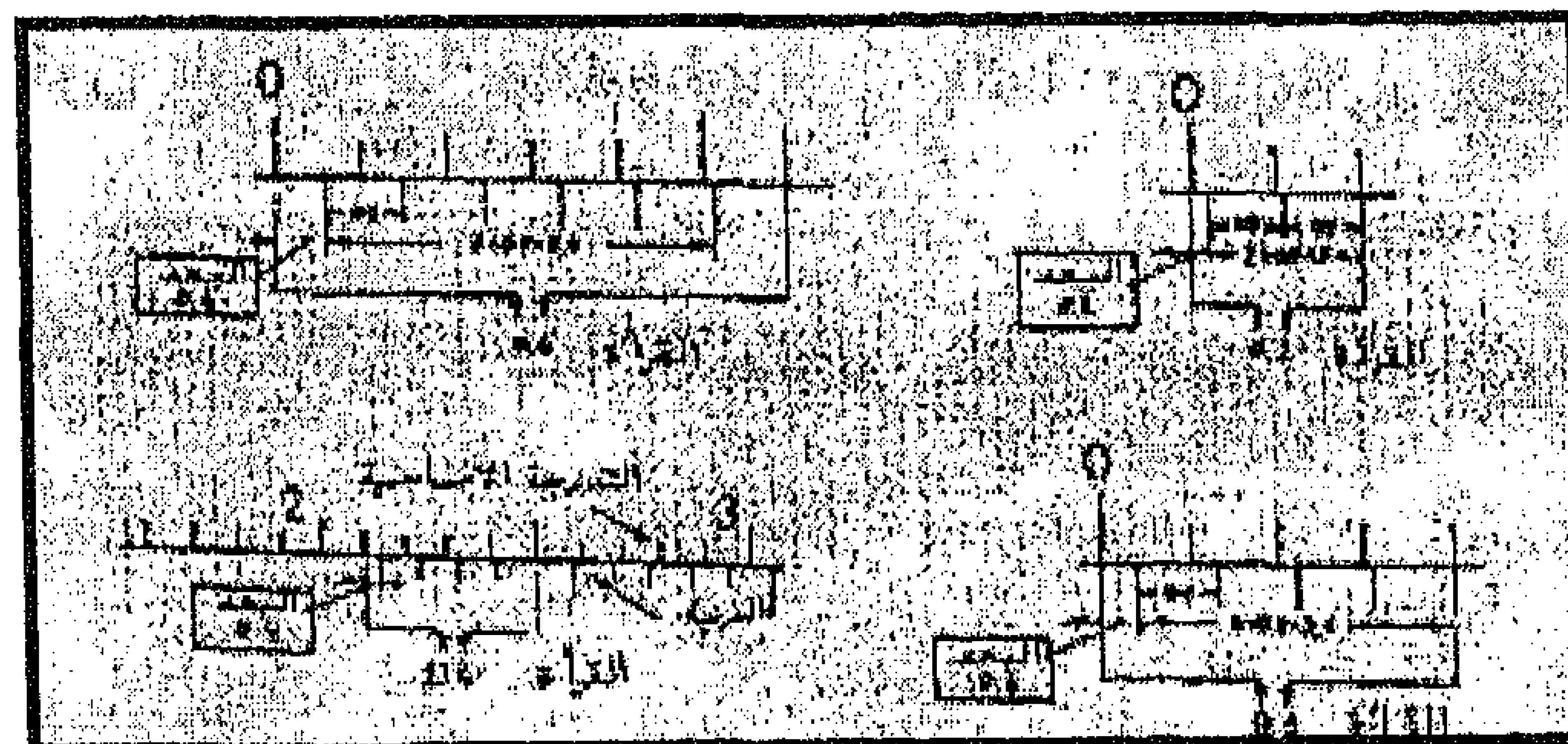
عندما ينطبق الفك المتحرك مع الفك الثابت نلاحظ قراءة القدمة صفراً، وفي حالة انطباق صفر الفك المتحرك عن الرقم 20 ملم من الفك الثابت تكون قراءة القدمة 20 ملم مع ملاحظة انطباق الخط العاشر من الفك المتحرك على أحد تقاسيم المسطرة.

أما في حالة وضع صفر الفك المتحرك بين خطين من المسطرة (الفك الثابت) ولنفرض بين الرقم 20 ملم والرقم 21 ملم فعند ذلك تكون القراءة بملاحظة تقاسيم الفك المتحرك ومعرفة أي خط أو رقم متطابق مع خطوط الفك الثابت ولنفرض الخط الرابع مثلاً من الفك المتحرك ابتداء من جهة اليسار منطبقاً مع أحد التقاسيم من المسطرة فمعنى ذلك أن القدمة تقرأ 20.4 وإليك بعض الأمثلة التي توضح كيفية قراءة القدمة وفق النظام المتري الشكل (9).





دقة الجهاز = 1 / 20 = 0.05 mm (القدمة العشرينية)		
القياس الرئيسي	A	36 mm
قياس الورنيه	B	13 x 0.05 mm = 0.65 mm
قيمه القياس على الجهاز	A+B	36 + 0.65 = 36.65 mm



الشكل (9): أمثلة توضح قراءة القدمة

أمثلة توضيح قراءة القدمة

1.4.5 قراءة البعد 0.2 ملم وذلك بتطابق الخط الثاني من القدمة على أحد الخطوط من التدريجة الأساسية.

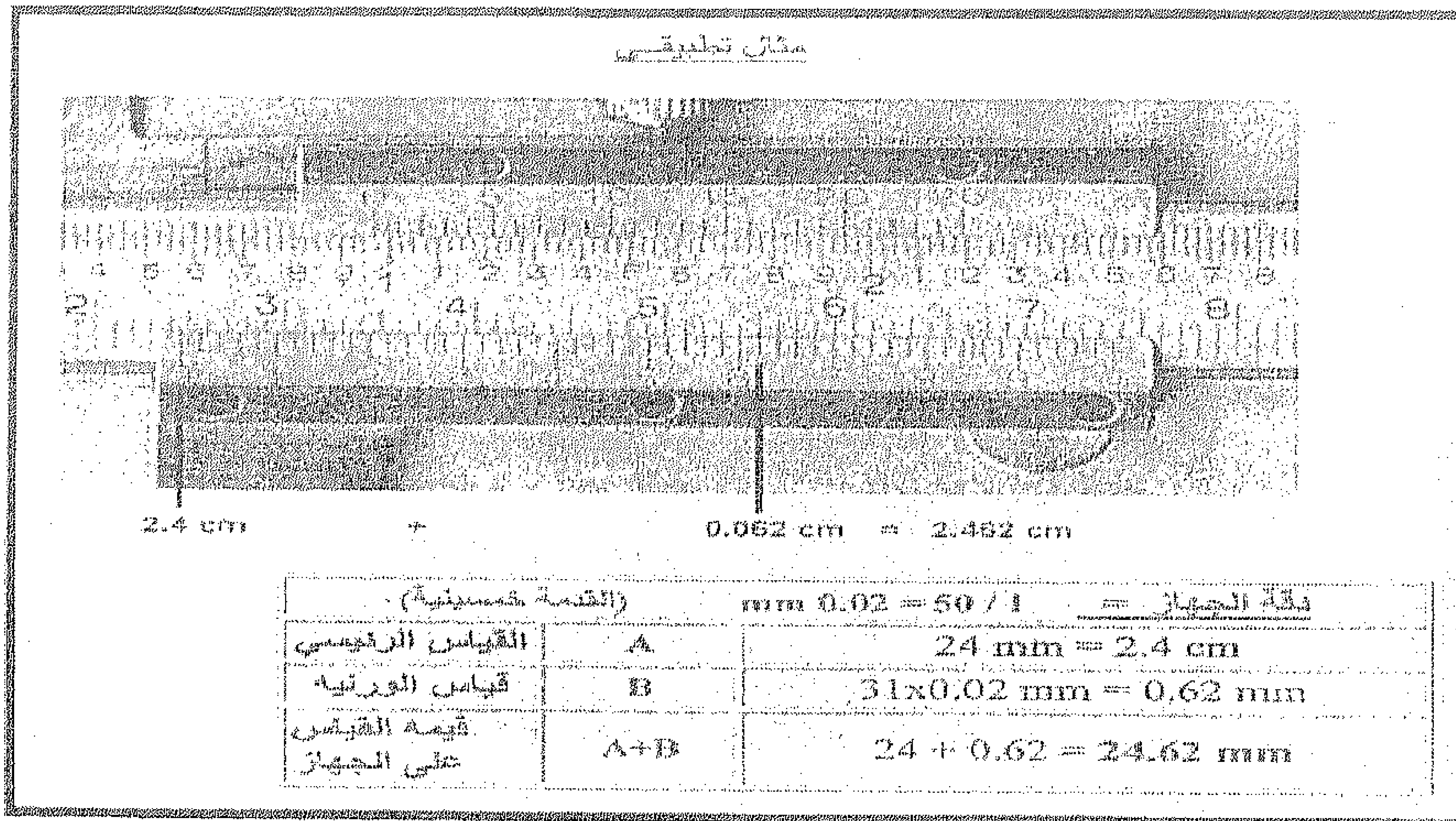
1.4.5 قراءة البعد 0.4 ملم وذلك بتطابق الخط الرابع من القدمة على أحد الخطوط من التدريجة الأساسية.

1.4.5 قراءة البعد 0.6 ملم وذلك بتطابق الخط السادس من القدمة على أحد الخطوط من التدريجة الأساسية.

1.4.5 قراءة البعد 21.4 ملم :

2.4.5 تقرأ عدد الملمترات على التدريجة الأساسية ومقدارها 21 ملم.

2.4.5 تقرأ عدد الوحدات الموجودة على المنزلقة (القدمة) المنطبقة على أحد الخطوط الموجودة على الجزء الثابت (التدريجية الأساسية) وتكتب على أساس كسر عشري للملمتر (0.4 ملم)، وبهذا تكون القراءة النهائية 21 + 0.4 = 21.4 ملم.



دقة الجهاز = 1 / 50 = 0.02 mm (القدمة خمسينية)		
القياس الرئيسي	A	24 mm = 2.4 cm
قياس الورنية	B	31x0.02 mm = 0.62 mm
قيمة القياس على الجهاز	A+B	24 + 0.62 = 24.62 mm

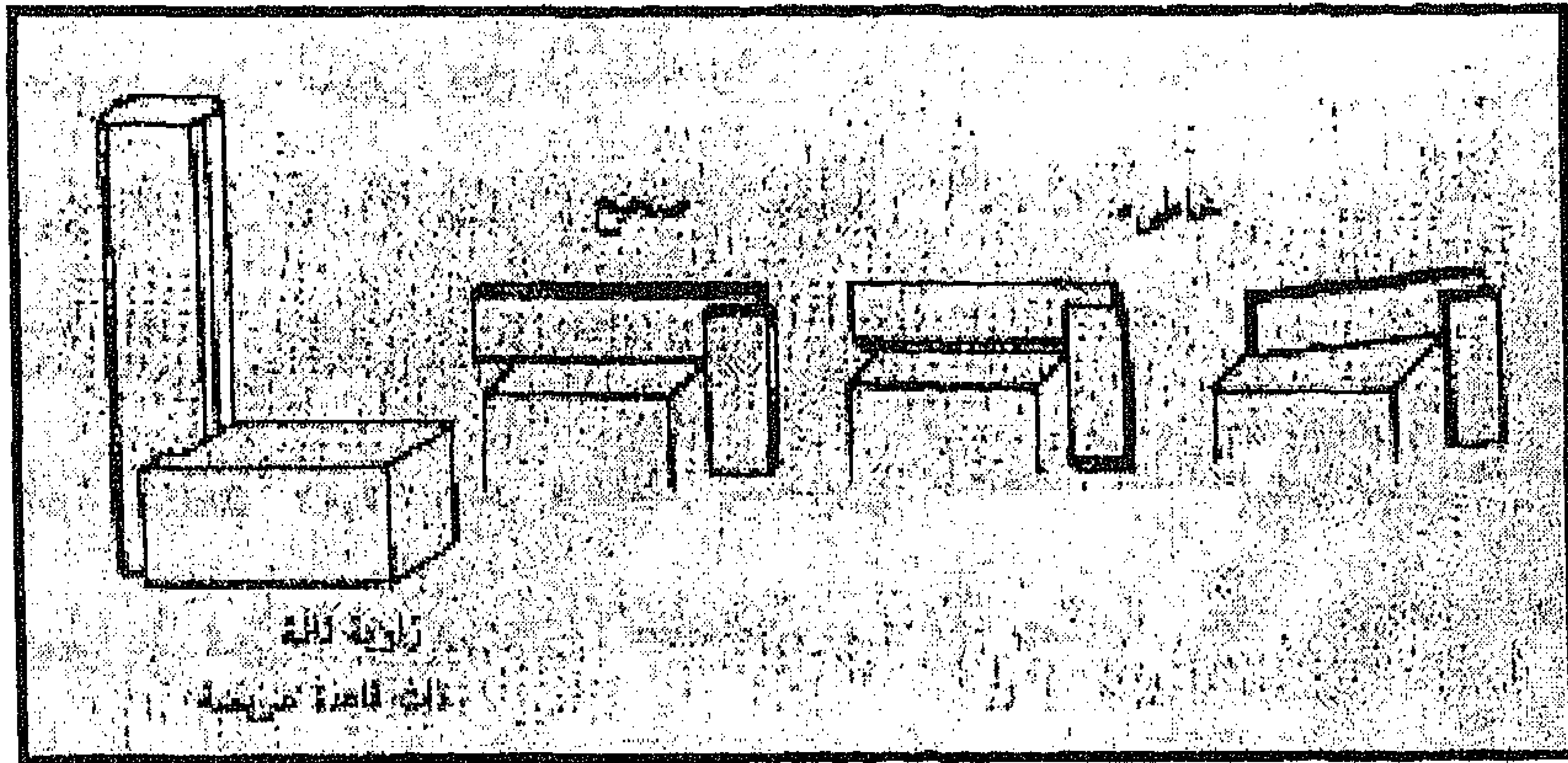
مثال تطبيق:

3. زوايا القياس Angle Gauges:

تكون الزوايا إما حادة Right أو قائمة Square أو منفرجة ويجري قياسها في المعتاد إما باستعمال أدوات ذات قيم زاوية ثابتة، وإما باستعمال أدوات قابلة للضغط مزود بعضها بمعايير مدرجة لتحديد قيم الزوايا المطلوب قياسها.

(1.3)الأدوات ذات الزوايا الثابتة:

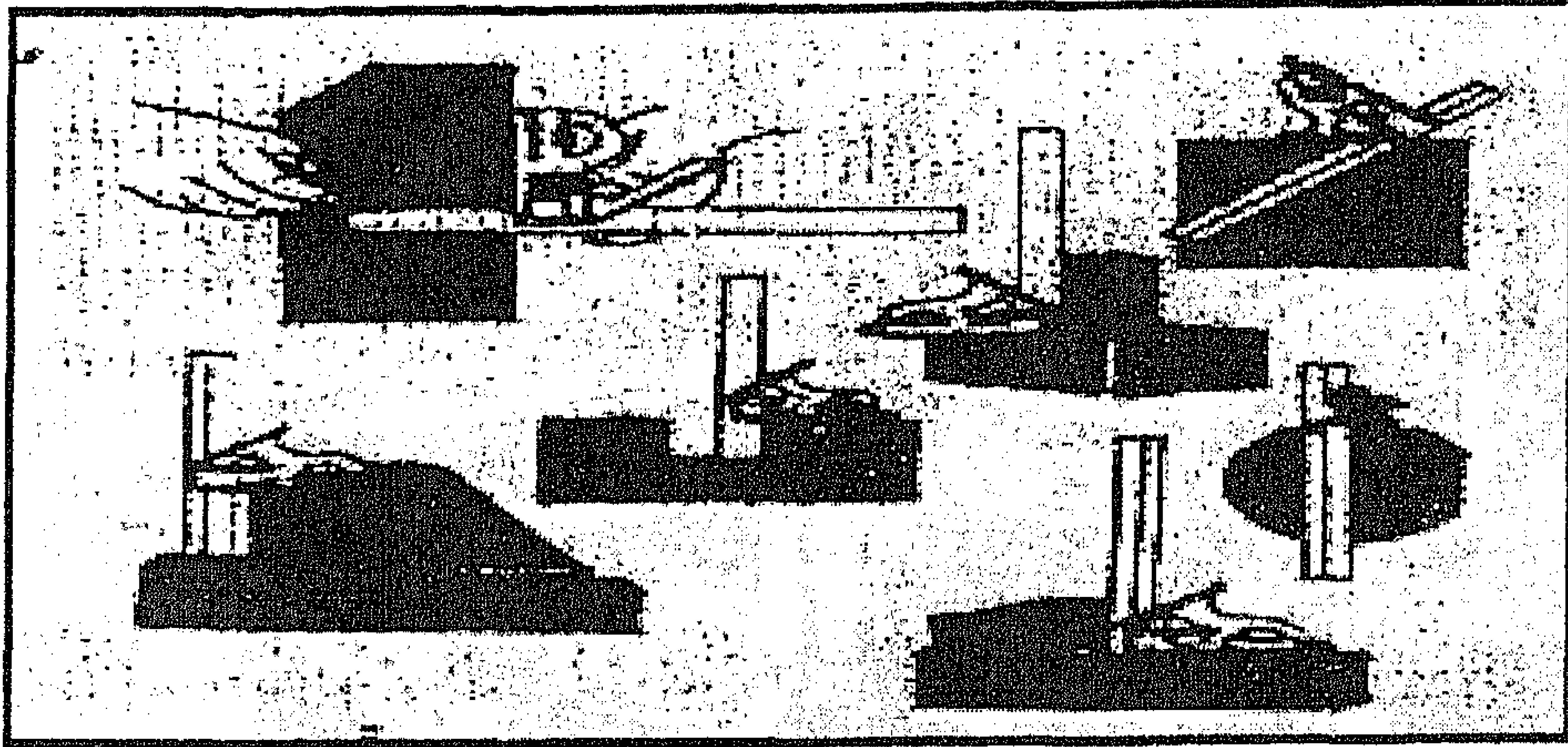
وهي عبارة عن زاوية مصنوعة لدرجة خاصة لا يمكن تحريكها، (وتكون إما 90،60،45،30،120) والشكل (10) يوضح زاوية قائمة ثابتة لكثرة استخدامات مثل هذه الزوايا في الحياة العملية.



الشكل (10): زواية ثابتة

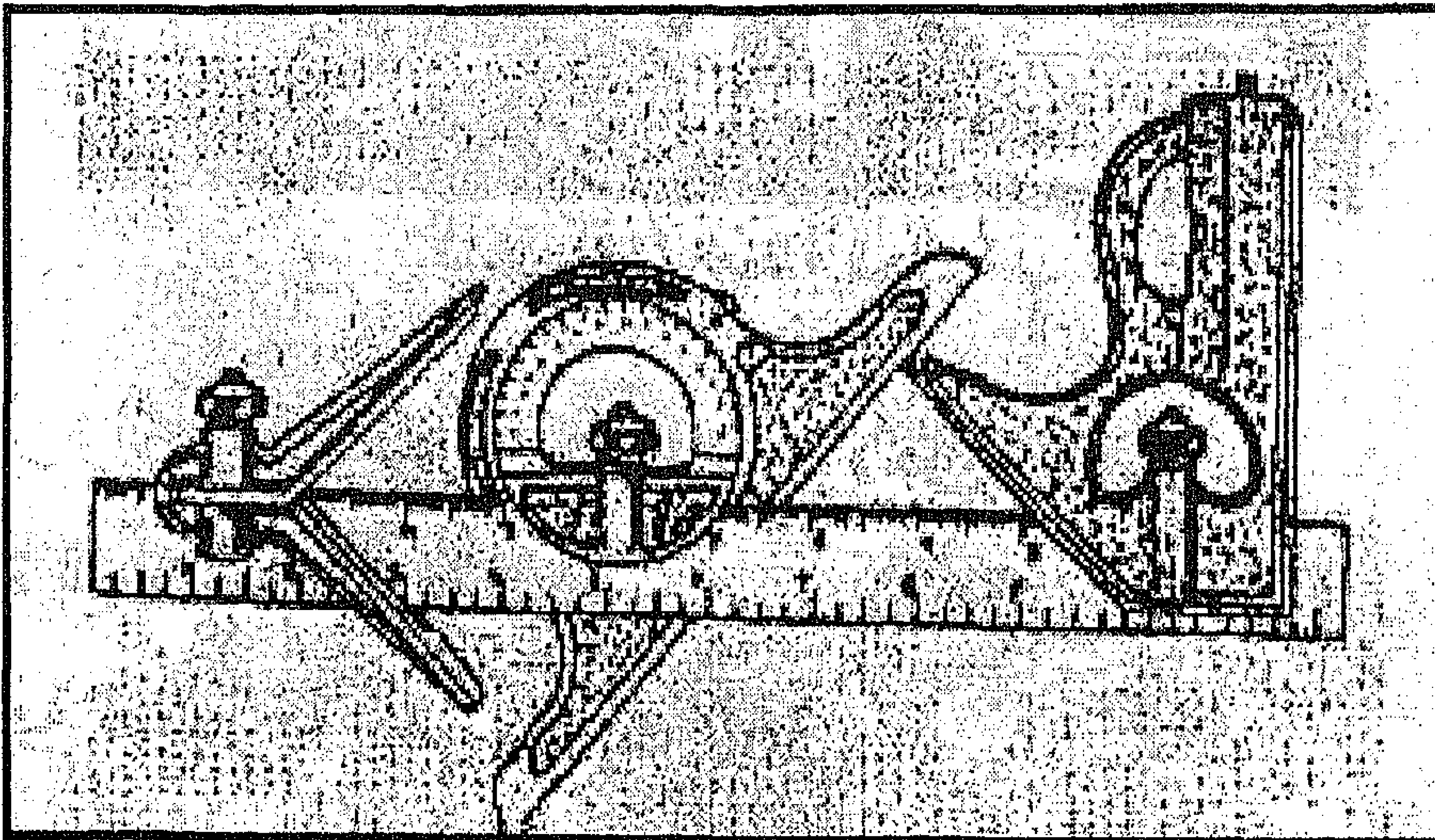
(2.3) زوايا القياس المتحركة

وهي المناقل ومساطر الزوايا بأنواعها، وتتكون مساطر الزوايا من جزئين أو ثلاث تتحرك بالنسبة لبعضها البعض بمسامير في ثقوب تتخذ وضع الزاوية للشغلة، كما في الشكل (11).



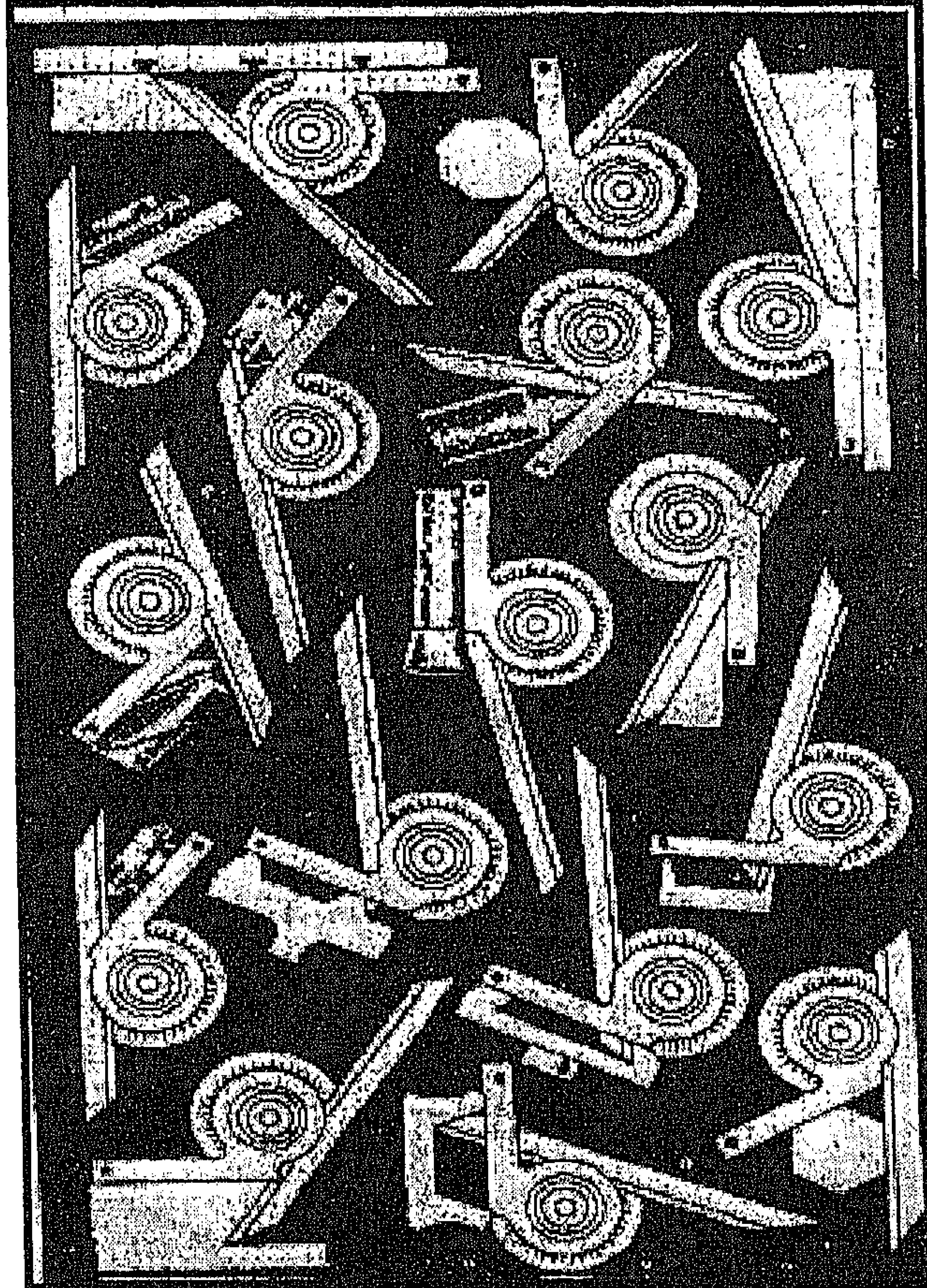
الشكل (11) زوايا القياس المتحركة

اما المناقل Protractors فتحمل تدريجات لتحديد قيم الزوايا و منها مجهزة بمنزلقة لزيادة الدقة في القياس وبعضها مزود بمجهر لإيضاح القراءة ويوضح الشكل (12) بعض هذه المناقل.



الشكل (12): المناقل وأمثلة لاستعمالها

وتكون هذه المناقل إما ذات حافات عدلة أو ذات حافات مشطوفة، وتحرك المناقل حسب الزاوية المطلوبة. وهناك نوع من الماقل يسمى المنقلة الجامعة حيث تتكون من الأجزاء التالية:



- مسطرة الزاوية وتتحرك عليها بقية الأجزاء.
- قاعدة الزاوية الرئيسية.
- الزاوية المتحركة وهي تتحرك360
- زاوية لتحديد المحاور المستديرة.

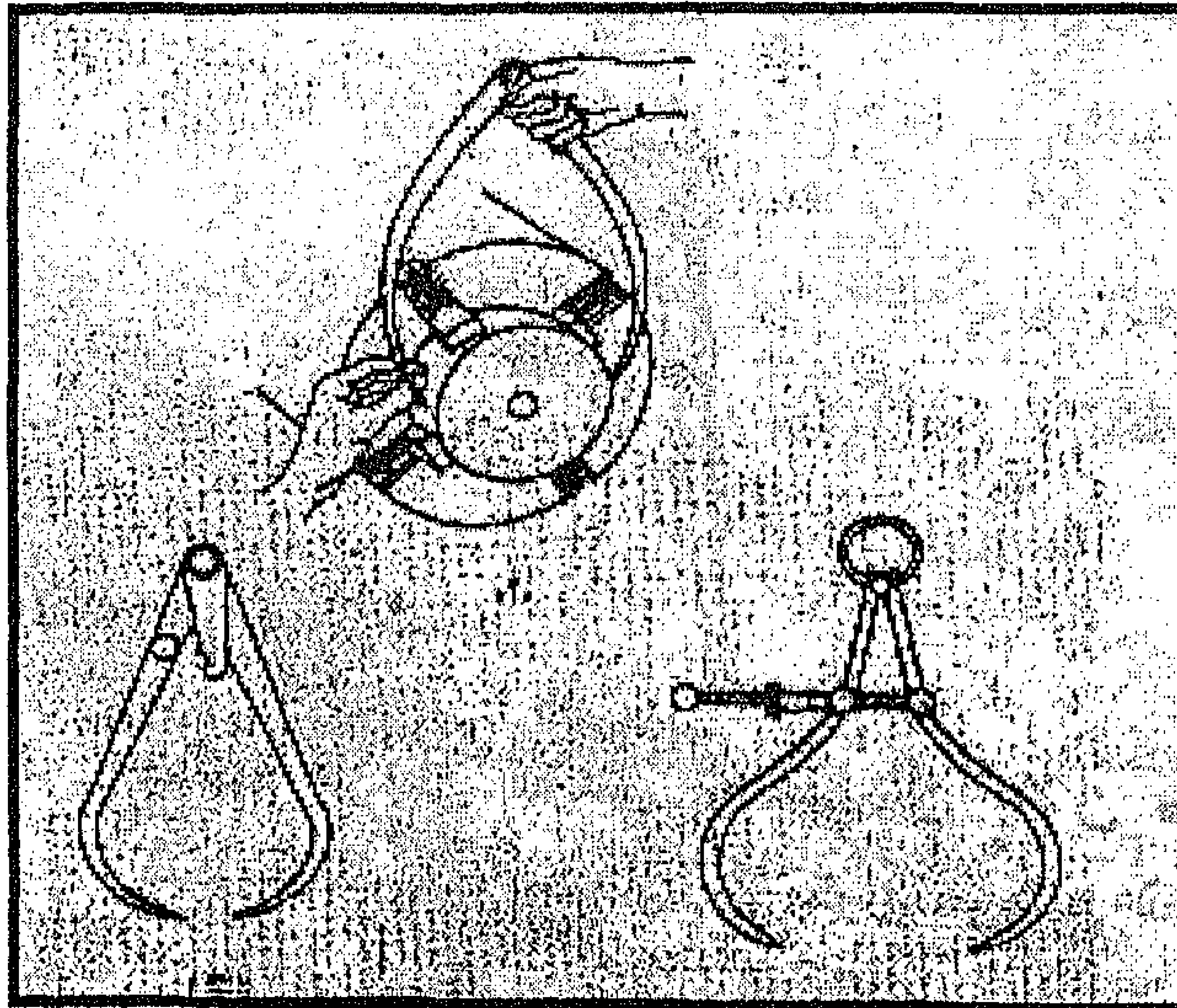
4. الفرجار Divider:

تعتبر فراجير القياس من أدوات القياس التكميلية للمسطرة المدرجة، إذ أن فراجير القياس تستخدم بدقة أعلى، وتكون على عدة أنواع أهمها:

- فرجار قياس خارجي.
- فرجار قياس داخلي.
- فرجار تقسيم .
- فرجار شوكة.
- الفرجار ذو العمود.

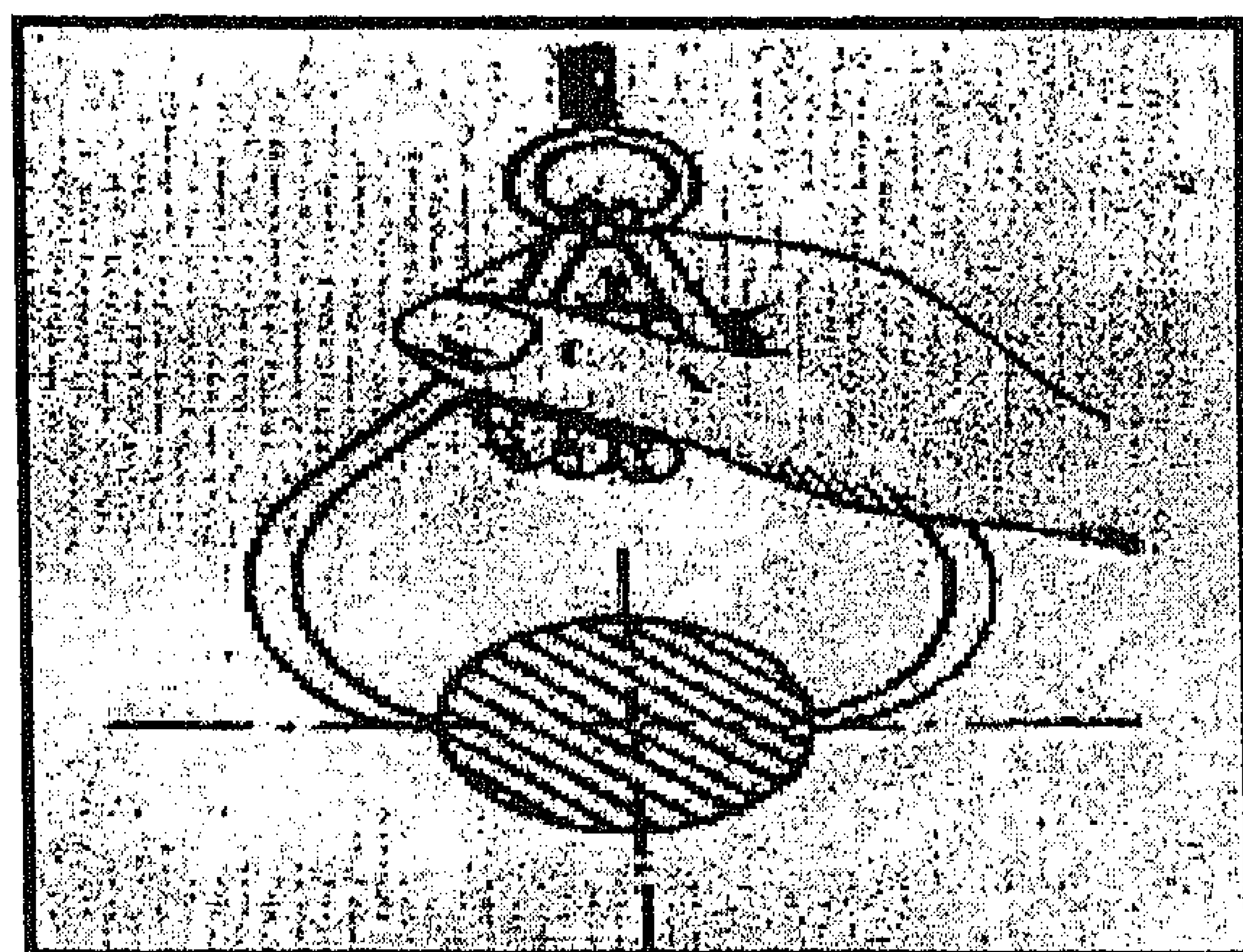
(1.4) فرجار القياس الخارجي:

ويستعمل لأخذ مقاس قطر خارجي ويعد بين سطحين في الشغلة ثم نقل هذا المقاس لقياسه على المسطرة، كما يستعمل لمراجعة بعد معين لشغلة ما أثناء التشغيل أو بعده وذلك بعد ضبط فتحة الفرجار على المقاس المطلوب. والشكل (13) يوضح كيفية مراجعة قطر خارجي لشغلة مركبة على المخرطة.



شكل (14): أنواع الفراجير

وهناك ثلاثة أنواع من فراجير القياس الخارجي مبينة في الشكل (14) ويجب أن يراعى ضبط وضع طرفي الفرجار أثناء القياس بحيث يكونان على محور التماثل بالنسبة إلى الشغلة،كما في الشكل (15)

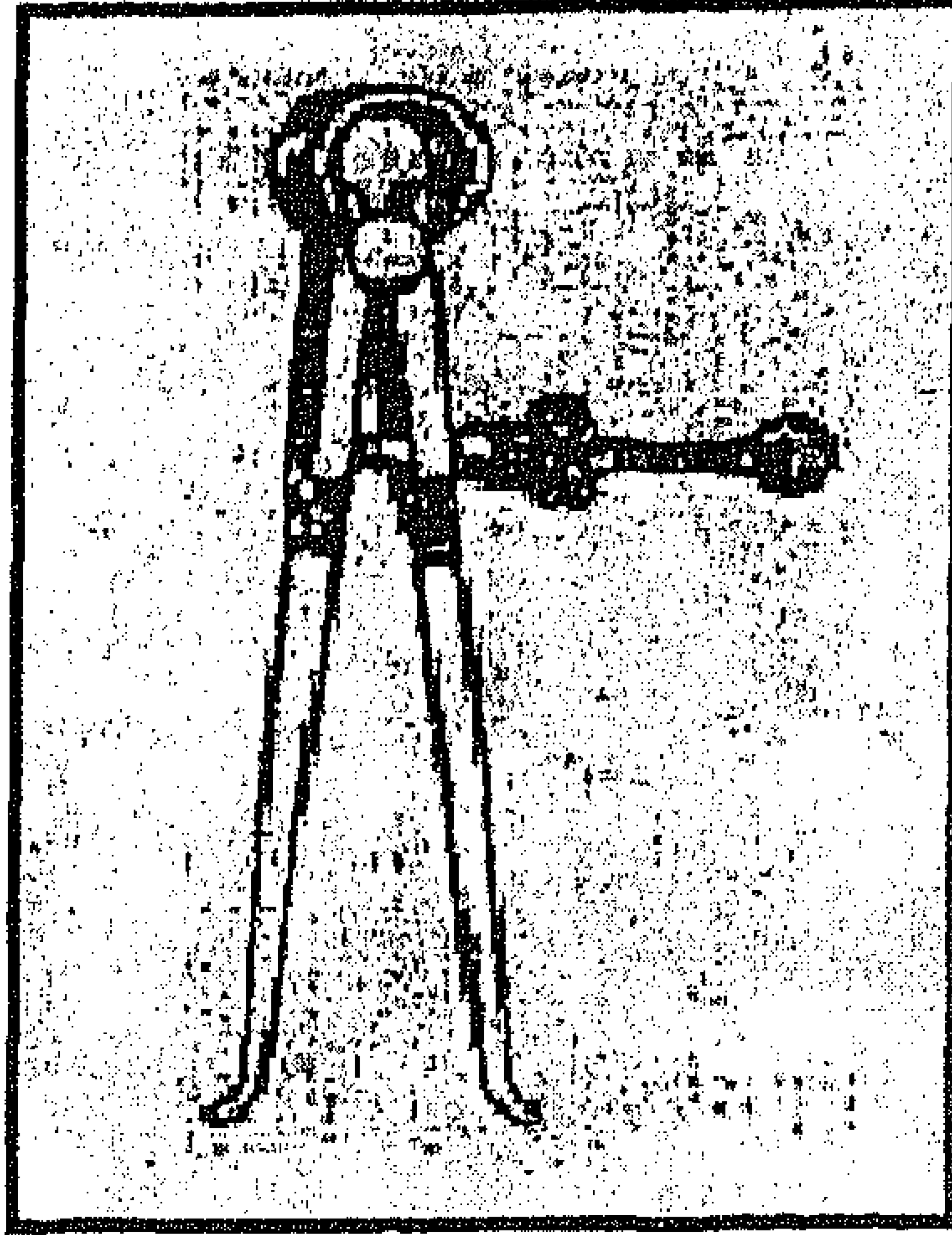


الشكل (15): ضبط طرفي الفرجار

(2.4) فرجار القياس الداخلي:

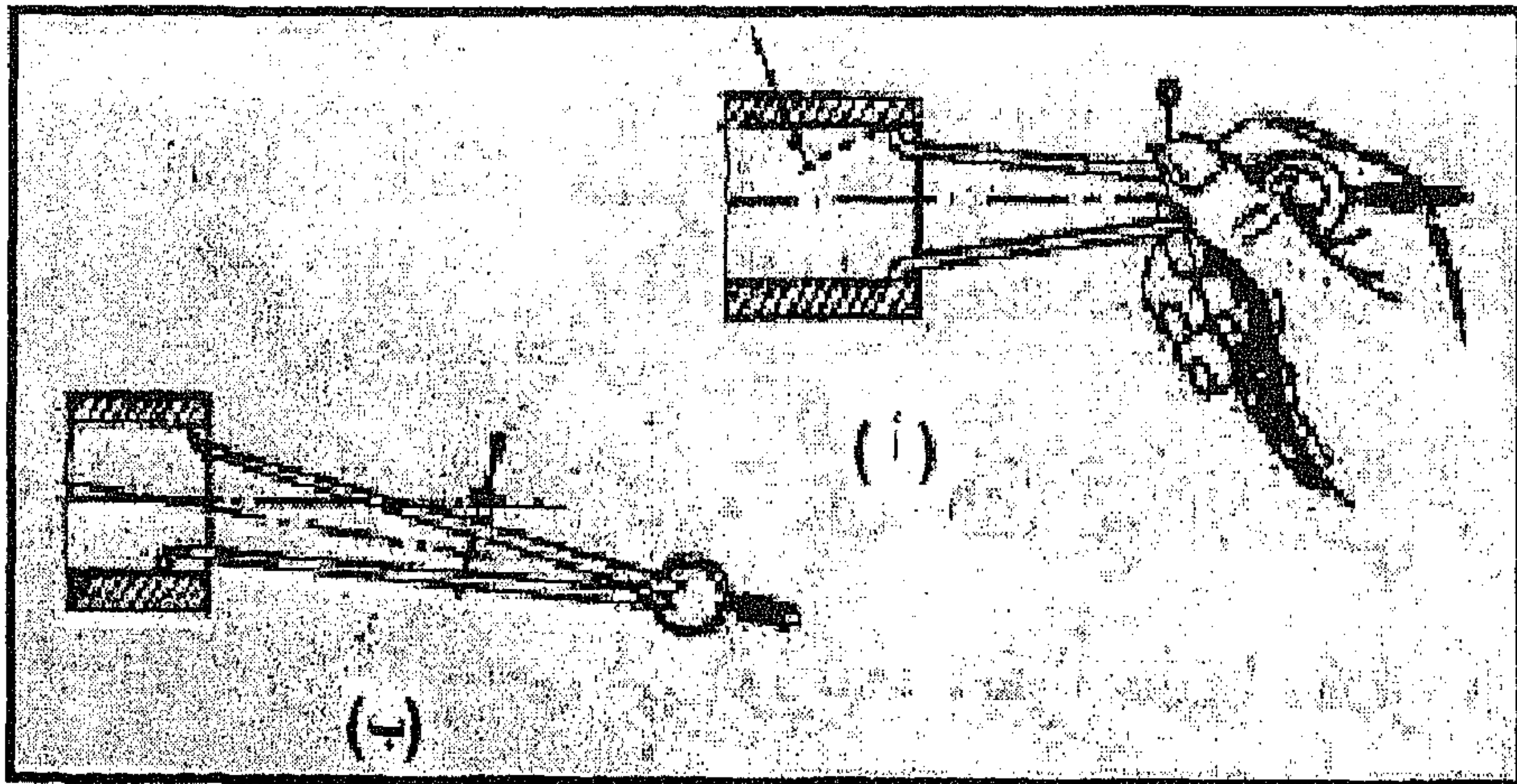
تستعمل في قياس الأبعاد الداخلية للمشغولات وهي أنواع مختلفة كما في الشكل (16)

ويراعى في تصميم فرجار القياس الداخلي أن يكون طرف كل من ساقي الفرجار كروي الشكل بالتقريب لضمان أن يكون موضع التلامس (نقطة) في حالة قياس الأبعاد الداخلية للسطوح الدائرية ولتفادي حدوث أي خطأ في القياس في حالة ما إذا كان نصف قطر الثقب المراد قياسه أقل من نصف قطر تكور طرفي الفرجار.



شكل (16): فرجار القياس الداخلي

ويوضح الشكل (أ- 17) الوضع الصحيح لفرجار القياس بالنسبة لمحور التماثل للشغلة والشكل (ب- 17) الوضع الخطأ لعدم انطباق محور التماثل للشغلة، ويؤدي ذلك إلى حدوث خطأ في القياس.



الشكل (17): أ. الوضع الصحيح للفرجار ب. القياس لمحور التماثل للشغلة

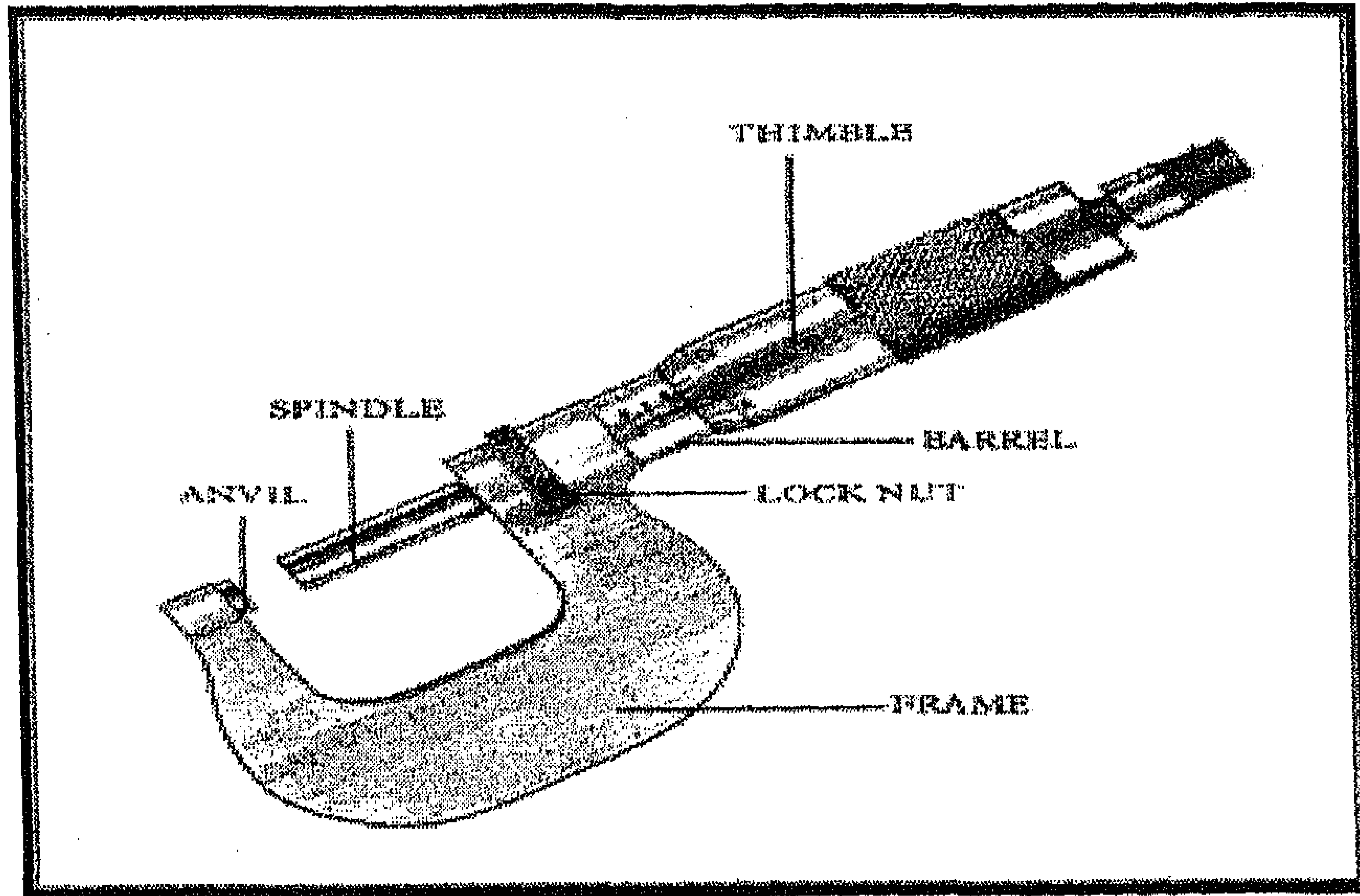
5. الميكرو متر الخارجي:

هو جهاز قياس دقيق يقيس الأبعاد بدقة تصل إلى (0.001) ملم، ويقيس النوع الشائع لدرجة(0.01) ملم.

(1.5) أجزاء الميكرو متر:

يبين الشكل (18) المنظر الخارجي لميكرومتر قياس خارجي، وتظهر فيه الأجزاء الآتية:

1. الجسم.
2. السندان.
3. العمود المحوري.
4. صمولة القفل.
5. جلبة التدريج الأساسي.
6. جلبة التدرج الثانوي.
7. السقاطة.



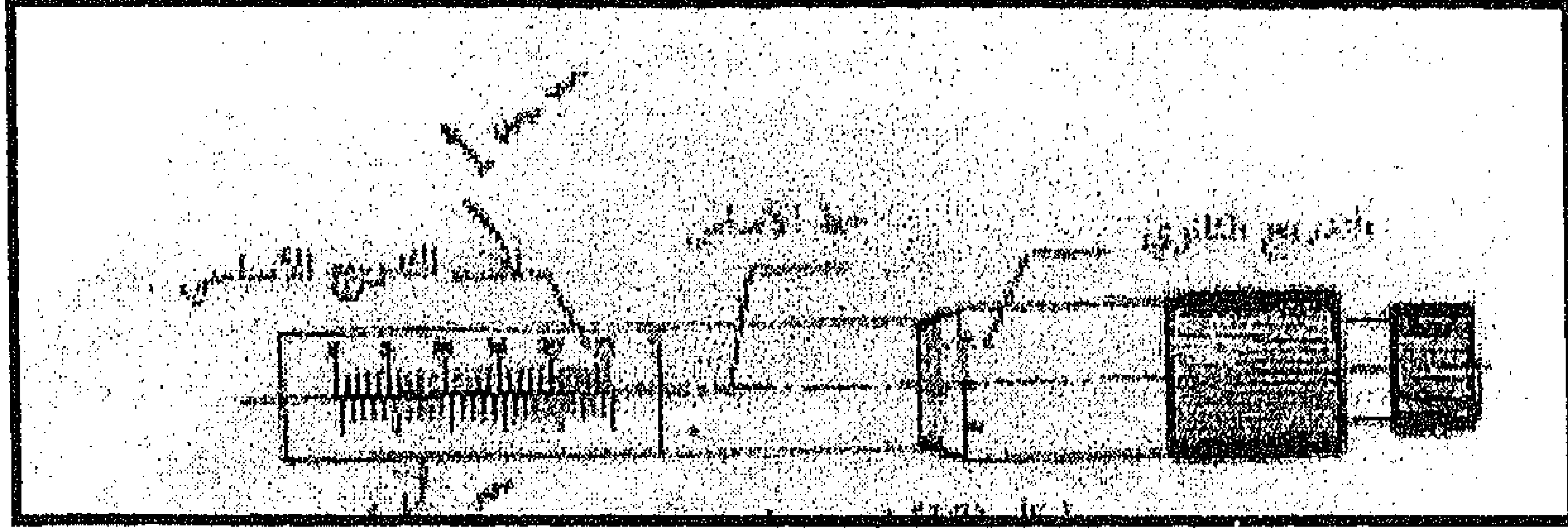
الشكل (18) الميكروميتر الخارجي

- الجسم: يحمل الميكروميتر بقية الأجزاء، وهو إطار معدني يحفر عليه مدى سعة قياس الميكروميتر. والسعة في المثال من (50- 25) ملم.
- السندان: يمثل السندان فك (حد) القياس المتحرك ويصنع من الفولاذ السبائكي. وينتهي بلولب. خطوة(0.5) ملم لتوفير إمكانية تحريك العمود في الاتجاه المحوري.
- صمولة القفل: تتحكم صمولة القفل بمواءمة حركة العمود المحوري وتثبيته عند أي وضع قياس.
- جلبة التدريج الأساسي: تشبه جلبة التدريج الأساسي في الميكروميتر مسطرة التدريج الأساسي في الورنية، ويقرأ عليها مقدار الفتحة (المسافة) بين فكي القياس الثابت والمتحرك.
- جلبة التدرج الثانوي: تشبه جلبة التدرج الثانوي تدرج الورنية في الورنية المترية والتدرج الثانوي مقسم إلى (50) قسماً متساوية.
- السقاطة: مقبض محزز (مترتر) وبوساطتها يتم تحريك العمود المحوري ويؤمن الإحساس بضغط القياس.

(2.5) مبدأ العمل:

خطوة لولب العمود المحوري (0.5) ملم فعندما تدور السقاطة دورة كاملة يتحرك العمود المحوري مسافة (0.5) ملم في الاتجاه المحوري. ويبين التدريج الاساسي مقدار الحركة المحورية. حسب مدى قياس الميكروميتر. و يبين الشكل (19) تدريجاً أساسياً لميكرومتر قياسه يتراوح من (صفر – 25) ملم.

وتمثل الأقسام الواقعة فوق خط الأساس المليمترات الكاملة. والأقسام الواقعة أسفل الخط أنصاف المليمترات.

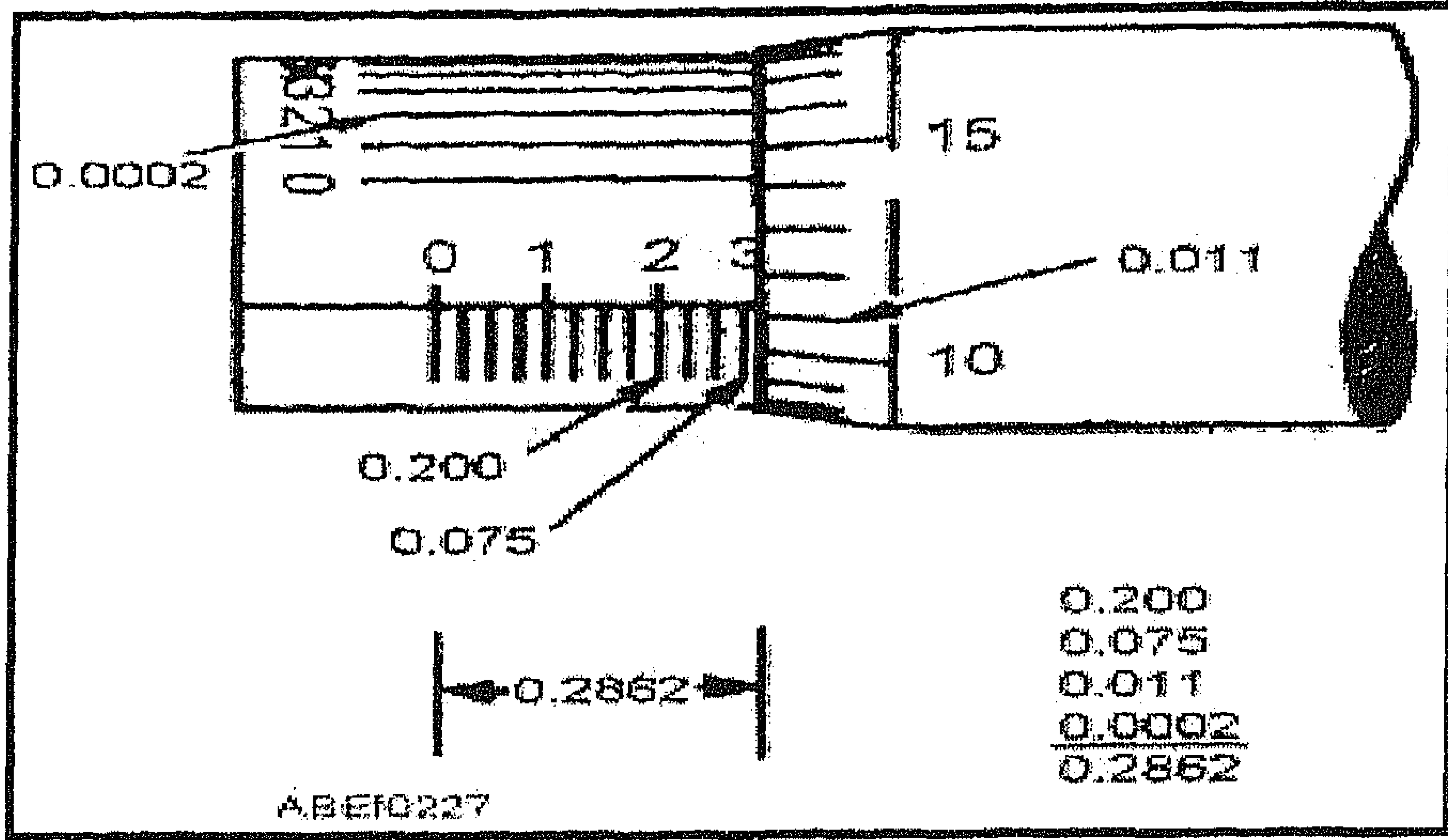


شكل (19): تدريج الميكروميتر

يقسم محيط جلبة التدريج الثانوي إلى (50) قسماً متساوية كما في الشكل (20). فإذا دارت جلبة التدريج الثانوية قسماً واحداً فتكون مسافة الحركة المحورية للعمود المحوري تساوي0.5/50=(0.01) ملم وذلك تكون دقة القياس (0.01) ملم.

ولتحديد قيمة قراءة القياس نجمع الأرقام الثلاثة الآتية:

- عدد المليمترات الكاملة المرئية (البارزة عن جلبة الجلبة).
- عدد أنصاف المليمترات المرئية.
- رقم الخط المطابق من التدريج الثانوي لخط الأساس مضروباً بـ (0.01) ملم.

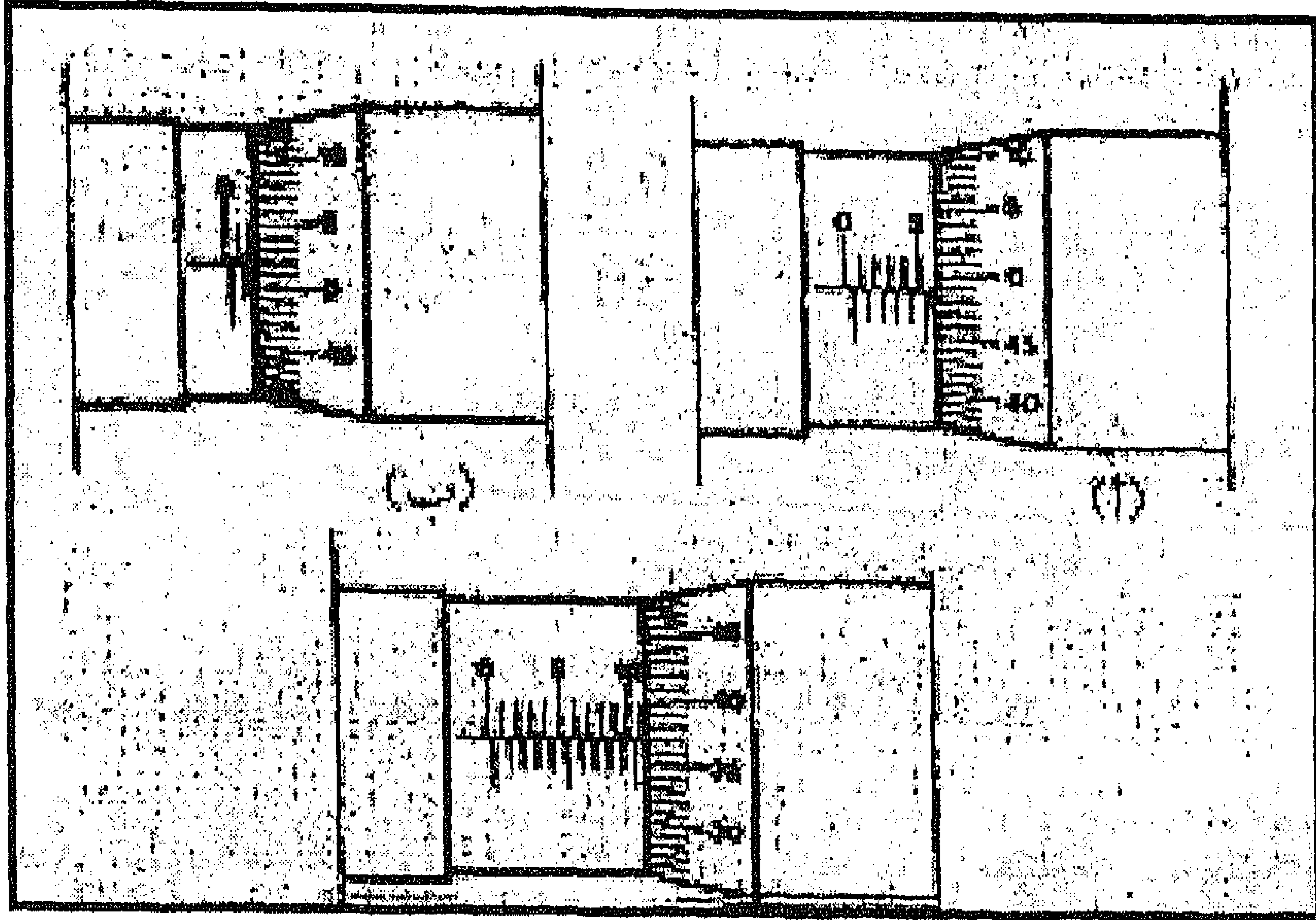


شكل (20): مثال على التدريج الثانوي والاساسي

(3.5) قراءة الميكرومتر:

يبين الشكل (21) ثلاث قراءات لميكرومتر متري. حدد قراءة كل منها:

- القراءة (أ) = 5+ 0.5 + 49 × 0.01 = 5.99 ملم.
- القراءة (ب) = 2+ 0 + 2 × 0.01 = 2.02 ملم.
- القراءة (ج) = 11+ 0 + 37 × 0.01 = 11.37 ملم.

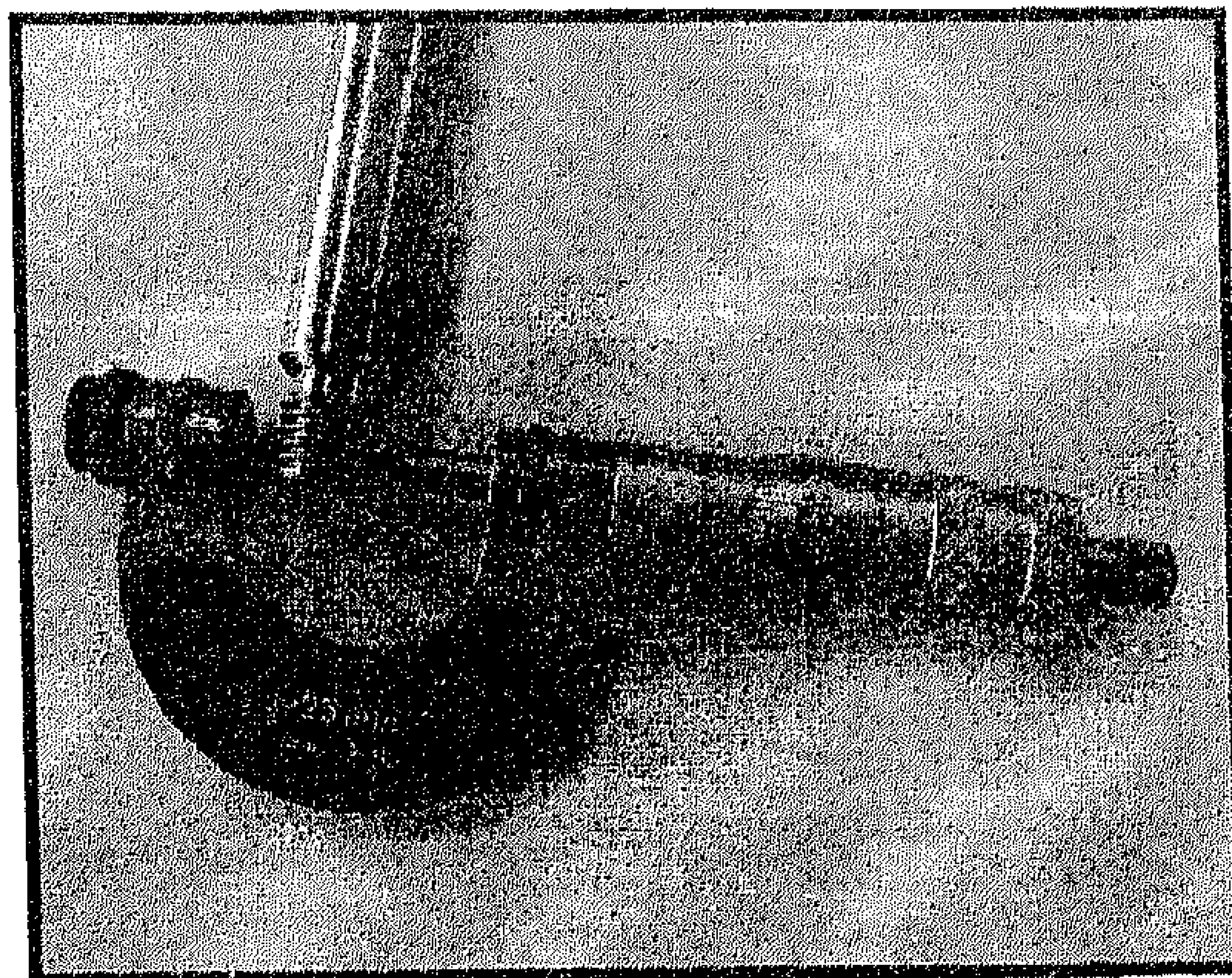


الشكل (21) قراءة مايكروميترمتري

(4.5) أنواع الميكرومتر:

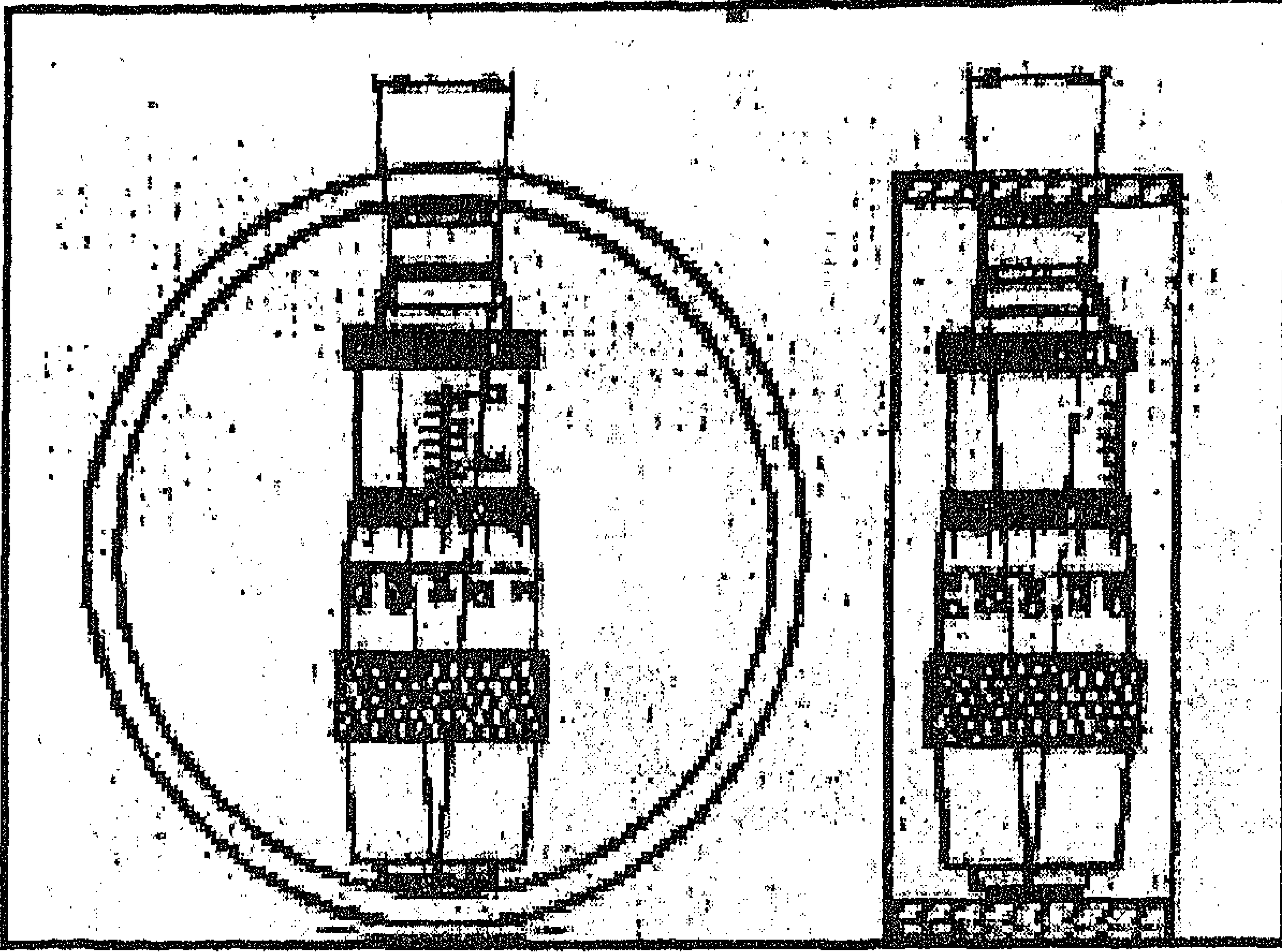
يتوفر الميكرومتر بالأنواع الآتية:

5 .4 .1 ميكروميتر القياس الخارجي: يستخدم في قياس الأبعاد أو الأقطار الخارجية للمشغولات كما في الشكل (22).



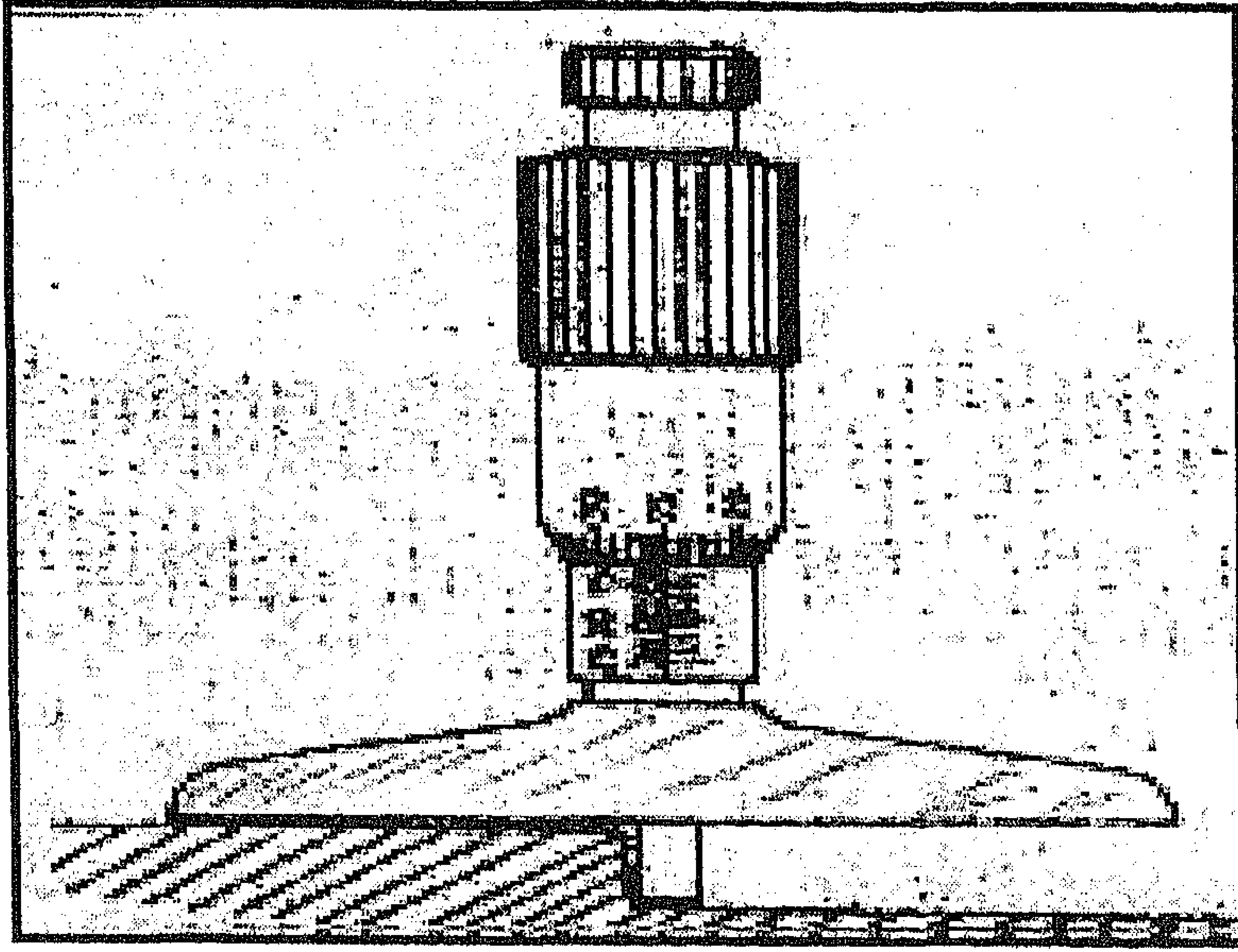
الشكل (22)ميكروميتر القياس الخارجي

2.4.5 ميكرروميتر القياس الداخلي: يستخدم في قياس الأبعاد أو الأقطار الداخلية للمشغولات كما في الشكل (23).



الشكل (23) القياس الداخلي

3.4.5 ميكروميتر قياس العمق: يستخدم في قياس عمق الثقوب أو ارتفاع الأكتاف في المشغولات كما في الشكل (24).



الشكل (24) ميكروميتر القياس العمق

الوحدة الثانية

تخطيط المشغولات وأعمال الصاج

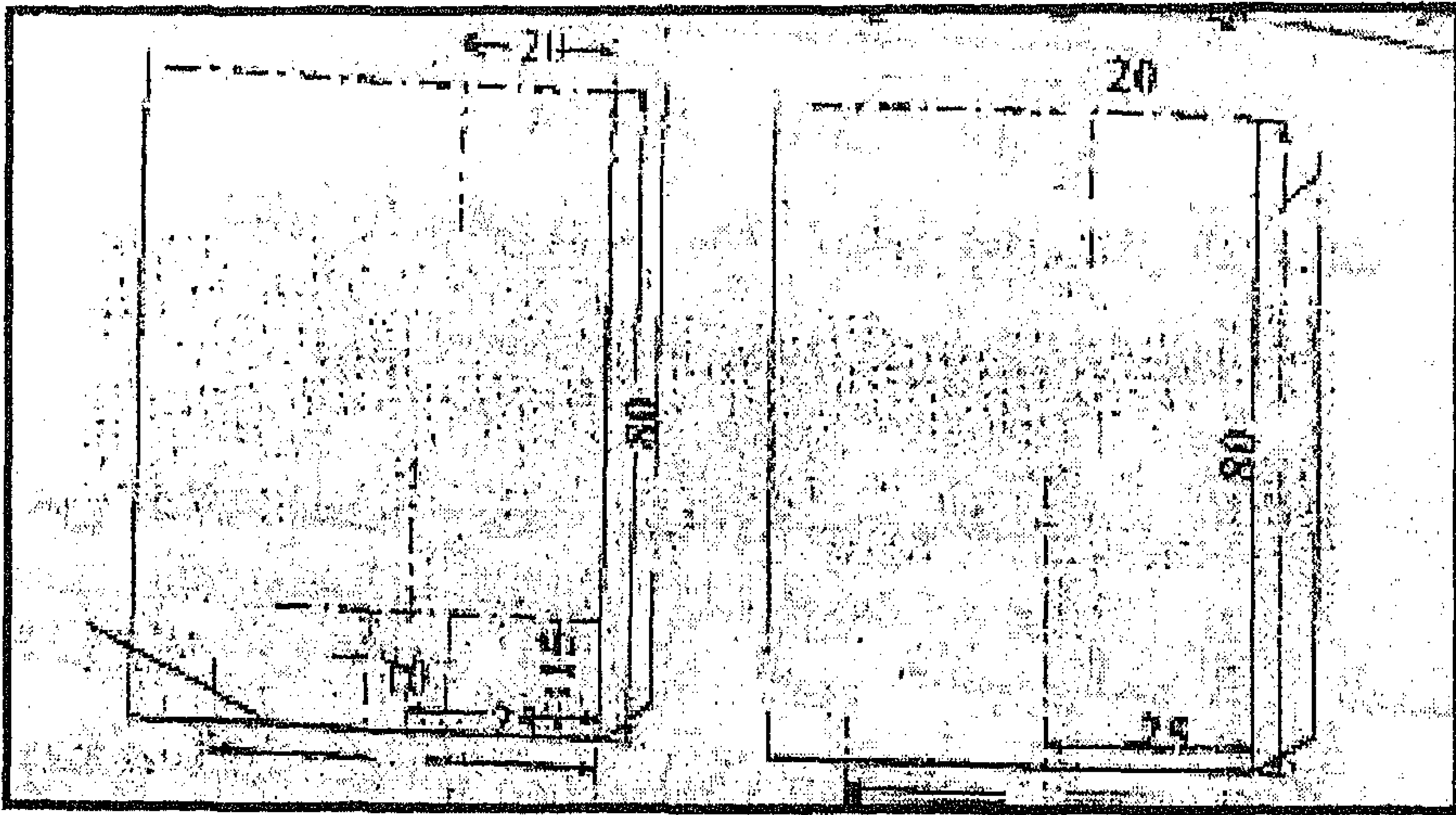
تخطيط المشغولات وأعمال الصاج:

العلام:

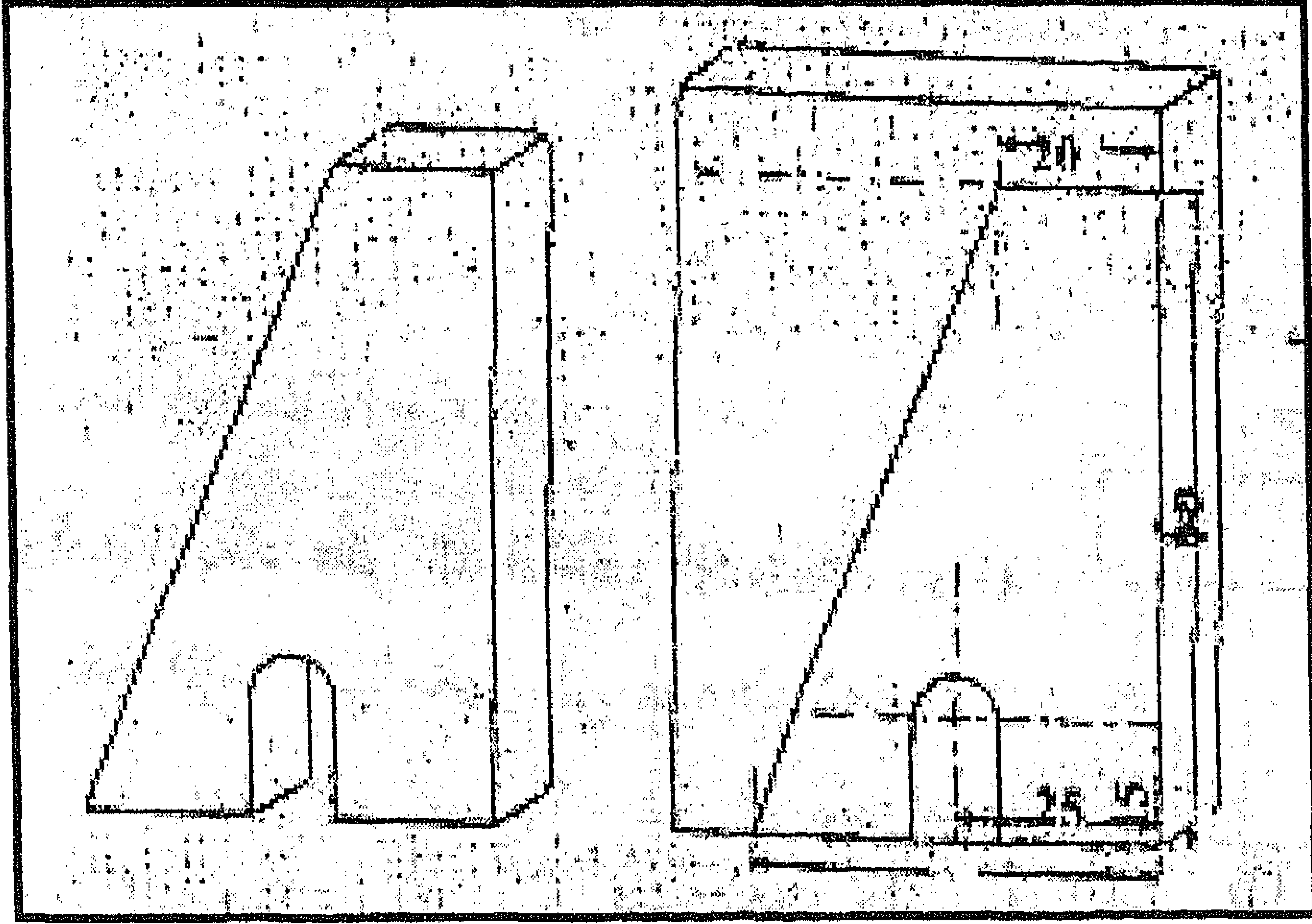
العلام عملية إعداد القطعة لتشغيلها على المكنات، ويعني نقل المقاسات الموجودة على الرسم إلى الشغلة، وتحديدها على أسطحها بمخطوط ترسم بالقلم الرصاص، أو تخدش بمحددات العلام ذوات السن.

1. الأساليب الفنية للعلام:

يتقرر الأسلوب الفني الواجب اتباعه في العلام طبقاً لنوع الشغلة و سلسلة العمليات التي ستمر بها في مراحل التشغيل.



شكل (2) شكل (1)



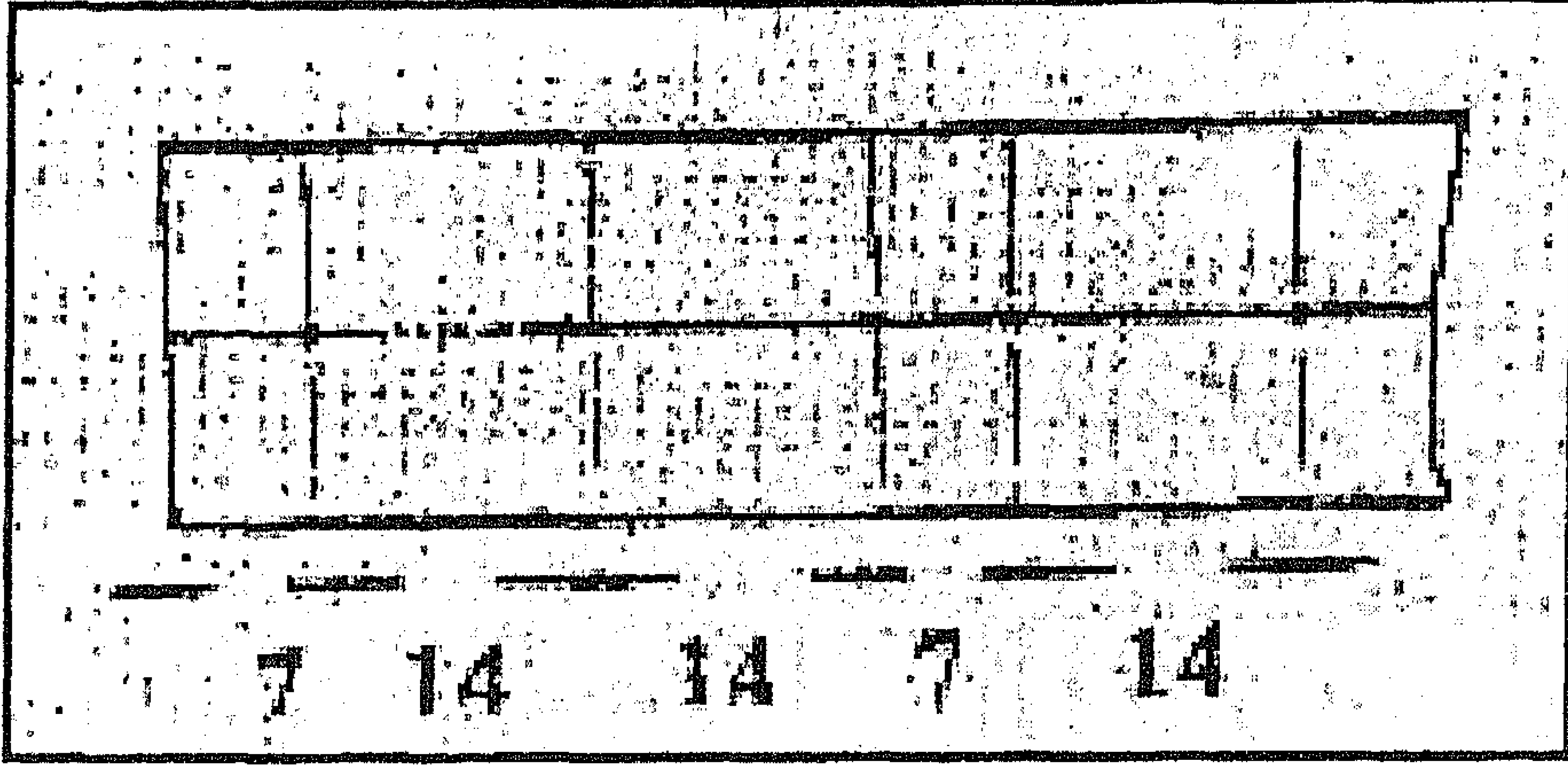
شكل (4) شكل (3)

ويمكن إجراء العلام بأحد الأساليب التالية:

- العلام من حافة إسناد واحدة.
- العلام من حافة إسناد وخط إسناد.
- العلام من سطح إسناد.
- العلام باستخدام ضبعة.

(1) العلام من حافة إسناد واحدة:

من الضروري إعداد حافة إسناد على الشغلة حتى تنزلق عليها أدوات العلام في سهولة ويسر.

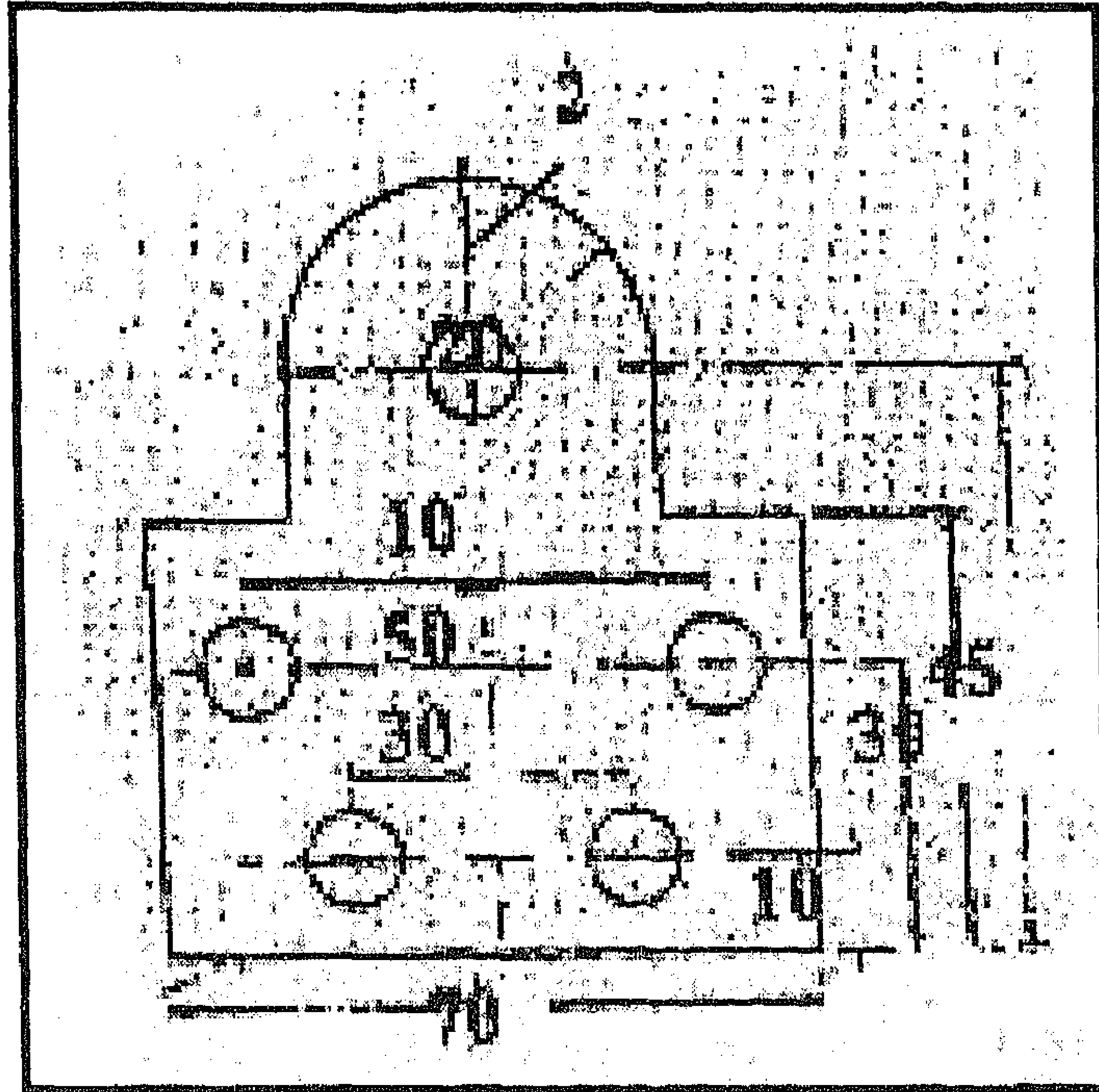


شكل (5) توقيع الأبعاد بهذه الكيفية خطأ، فنقل المقاسات في سلسلة متتالية يؤدي الى تراكم الأخطاء

(2) العلام من حافة إسناد وخط إسناد:

يكون لبعض قطع التشغيل إلى جانب الحوافي المستقيمة، حوافي مستديرة. ويمكن عادة إجراء العلام لهذه القطع باستخدام حافة إسناد وخط إسناد.

وهي حالة الأجزاء المتماثلة الشكل يتخذ خط المحطور بمثابة خط الإسناد عند العلام.



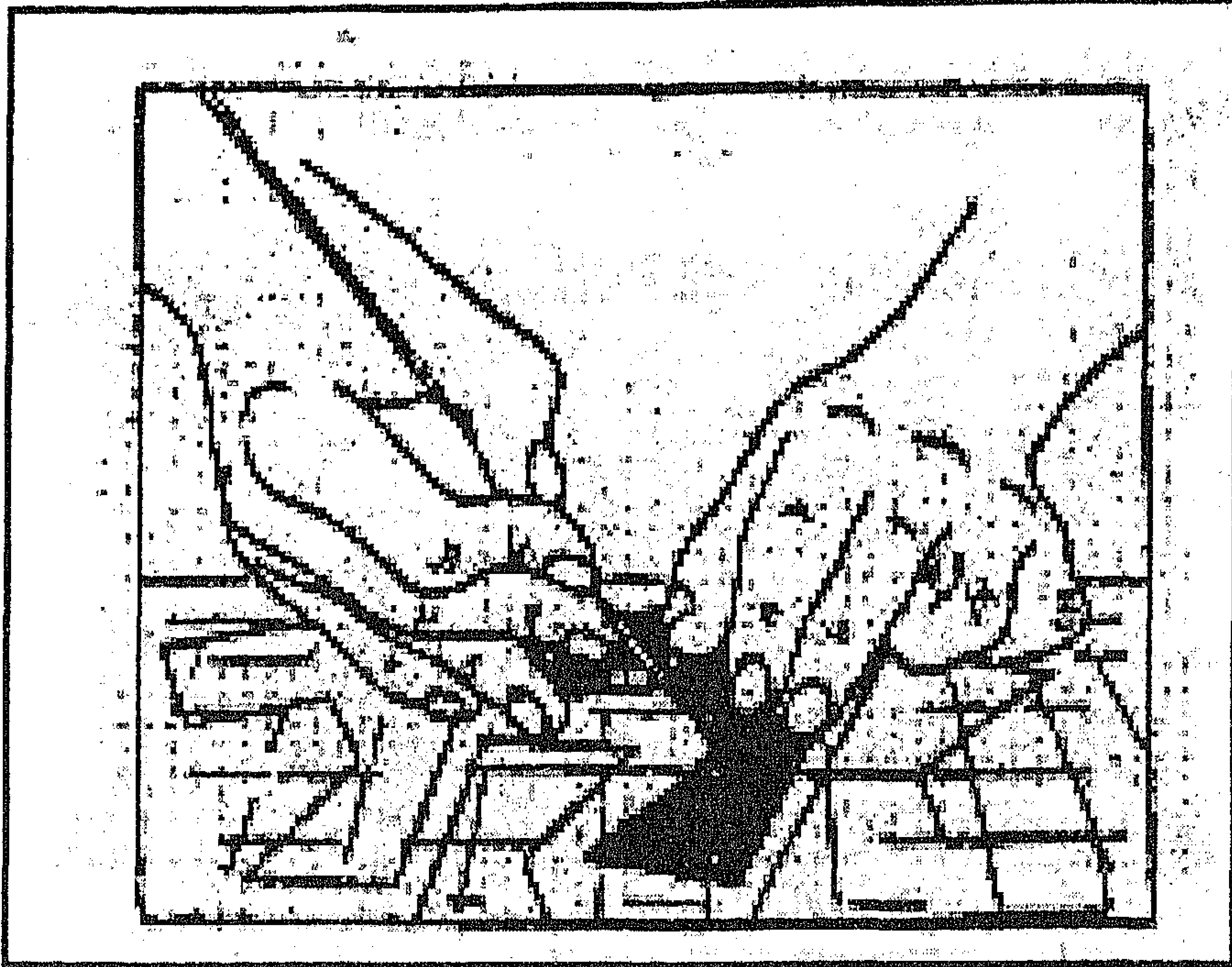
شكل (6) توقيع الأبعاد على الشغلة مع الاستعانة بحافة إسناد وخط الإسناد (المحور في هذه الحالة)

(3) العلام من سطح إسناد:

في هذه الحالة توضع الشغلة على سطح مستو يعرف بزهرة الاستواء (زهرة الاستعدال) وسيأتي وصفها فيما بعد. ويكون السطح بمثابة سطح الإسناد لخطوط العلام التي يتم تحديدها بواسطة محدد الاستواء (زهرة الشنكار).

(4) العلام باستخدام طبعة (ضبعة):

يفضل عند تشغيل كمية ولو صغيرة من المشغولات المتشابهة، عمل طبعة (دليل علام) لاستخدامها في العلام دون حاجة إلى تكرار خطوات القياس والعلام لكل قطعة على حدة.



شكل (7) تحديد الخطوط الخارجية لشغلة بواسطة الطبعة

2. أدوات العلام وملحقاتها:

تناولنا فيما سبق بالشرح الأدوات المستخدمة في القياس، ونتحدث فيما يلي عن الأدوات المستخدمة في العلام:

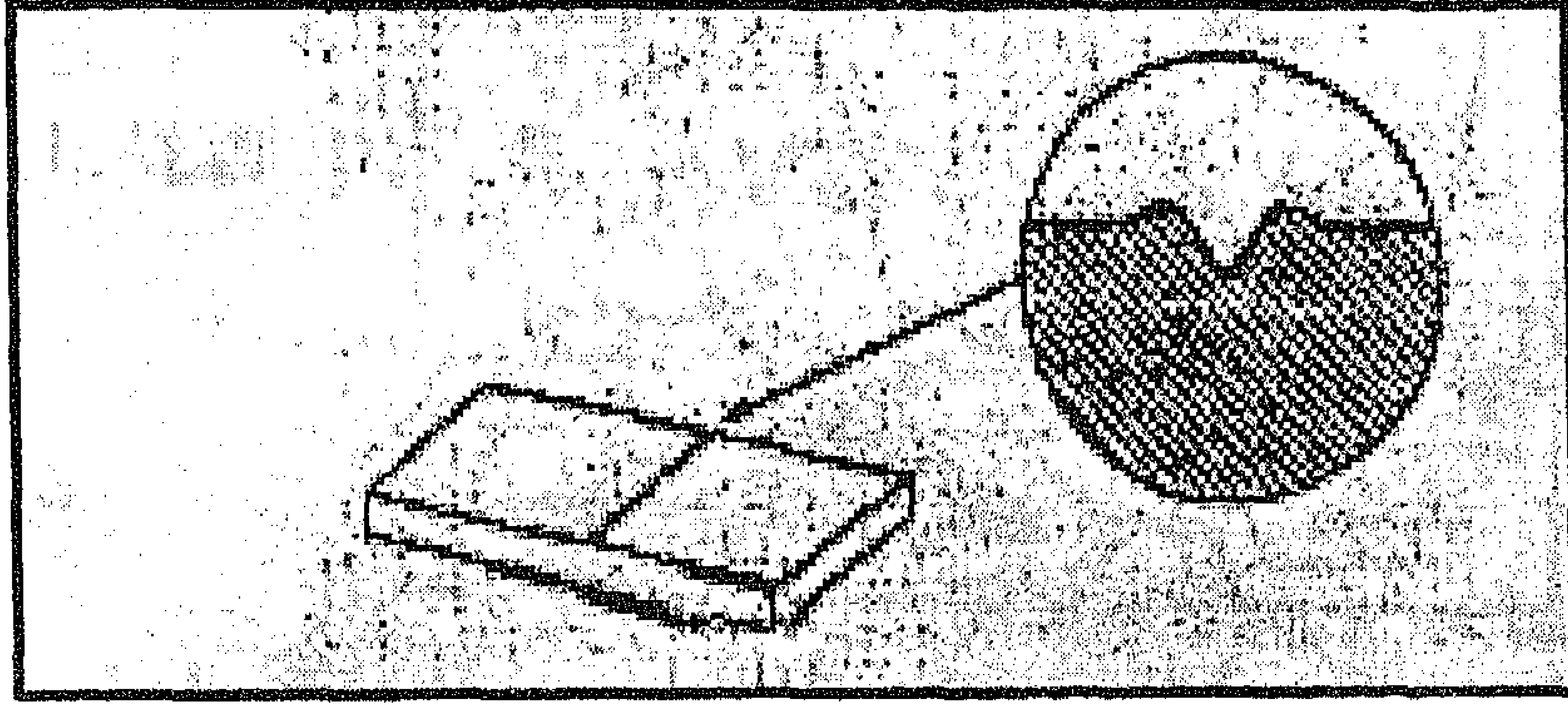
أ. أدوات علام، مثل : شوكة الخدش (العلام) ، ذنابة العلام (سنبك العلام)، سنبك التخريم، فرجار التقسيم، الفرجار ذو العاتق (برجل الشنكرة)، المخداش (الشنكار)، محدد الارتفاعات، محدد استواء (زهرة الشنكار).

ب. ملحقات لأدوات العلام، مثل : زهرة الاستواء (زهرة الاستعدال)، مساند حرف V،مساند متوازية، زاوية تحديد المراكز.

(1) أدوات العلام:

تستخدم أدوات العلام في رسم الخطوط أو تحديد النقط على أسطح الشغلة بحيث تبقى ظاهرة وثابتة. وتنقسم خطوط العلام إلى نوعين أحدهما غائر والآخر سطحي. والنوع الأول هو الشائع الاستعمال. ويستخدم لإحداثه أداة علام يكون سنها عادة من مادة أصلب من مادة الشغلة، أما النوع الثاني فنحصل عليه باستخدام أداة من مادة كالنحاس الأصفر مثلاً لعلام أسطح منتهية من الصلب.

أما الألواح الرقيقة القصيفة في علامها أقلام الرصاص الطري تفادياً لتأثير الخدش على سطحها.

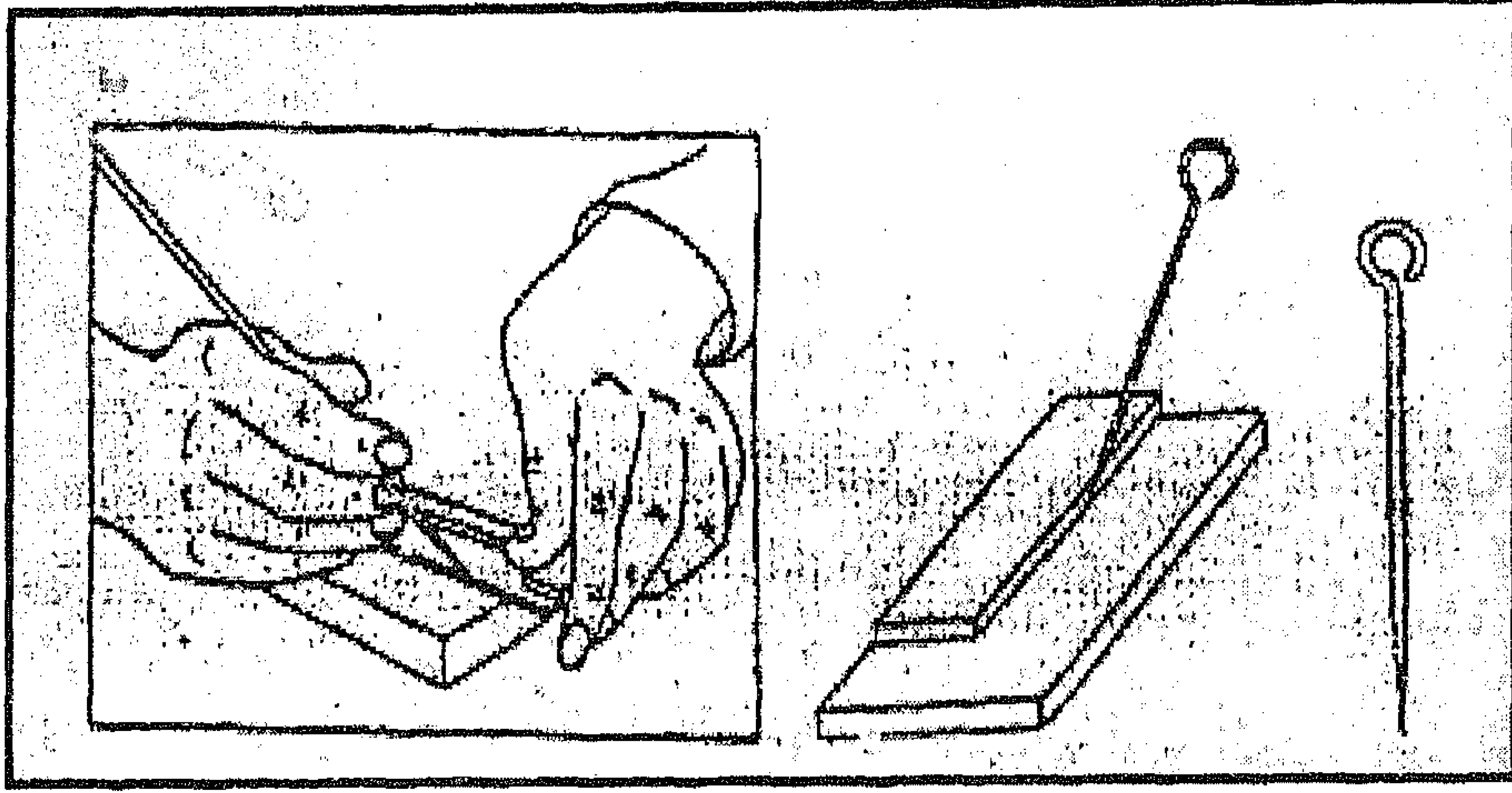


شكل (8) التأثير الخادش لشوكة العلام على السطح

◆ شوكة العلام

تتاح شوكات العلام بأشكال مختلفة، ويبين الشكل(9) شوكة العلام الشائعة الاستعلام وهي ذات طرف مدبب يجب المحافظة عليه بغرسه في قطعة من الفلين في غير أوقات الاستعمال. وشوكة العلام المزدوجة السن، والذي يكون أحد طرفيها عادة مزوياً، كثيراً ما تتسبب في حدوث إصابات.

ومن الضروري للحصول على علام دقيق أن تمسك الشوكة بالكيفية الصحيحة وأن تنزلق أثناء العلام على دليل ثابت منتظم الحافة.



شكل (9) شوكة العلام

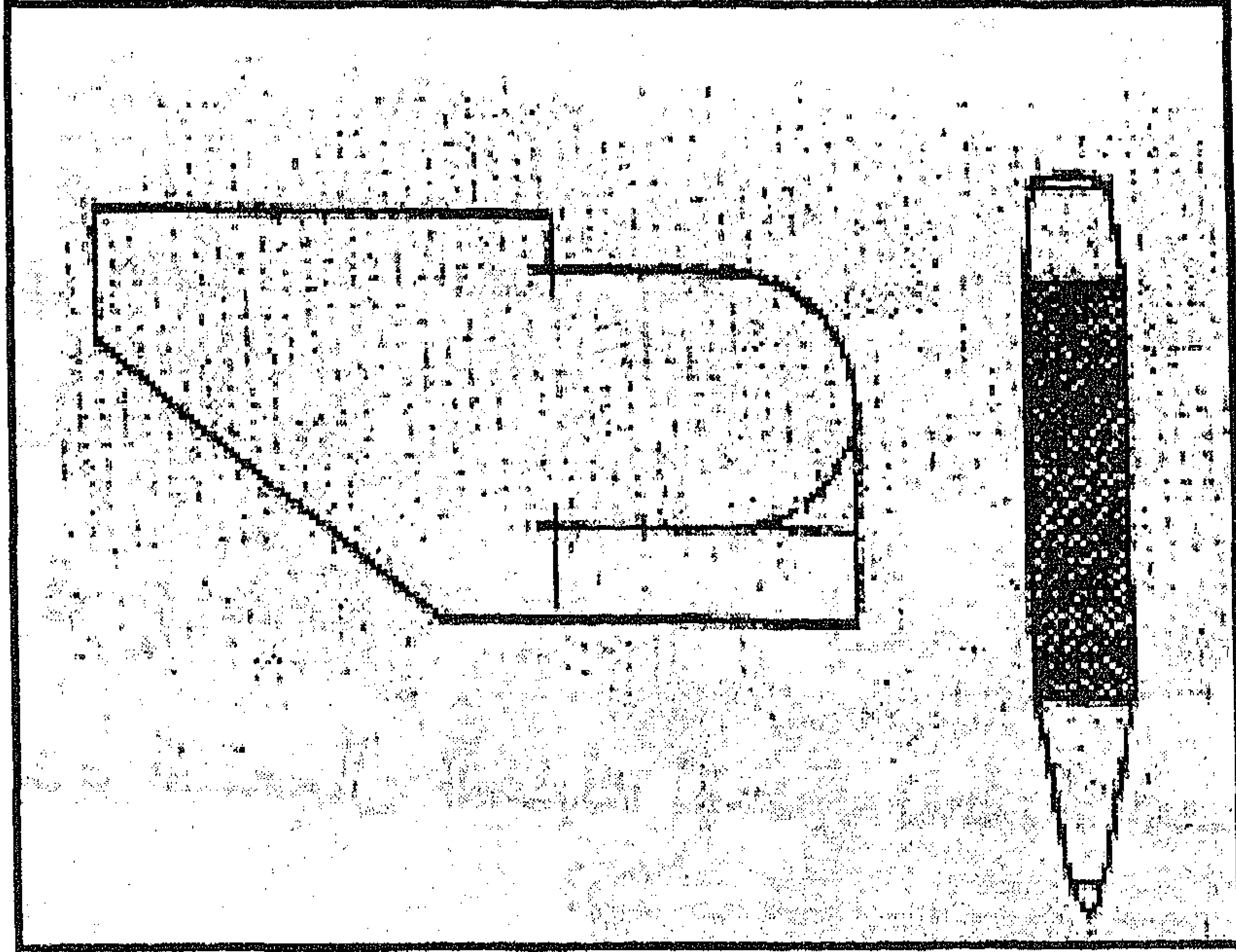
شكل (10) استخدام الخادش

شكل (11) تحديد خط الخديش باستعمال الزاوية

- سنبك العلام

إذا كان المطلوب تقسيم شغلة ما على طول خط المحور مثلاً: فمن الضروري إظهار نقط التقسيم على الخط المذكور. ويتم ذلك بالطرق الخفيف بواسطة الشاكوش على سنبك العلام، وتتحدد الأركان بنقطة واحدة، والخطوط المستقيمة بعدة نقط توضع على مسافات غير قصيرة.

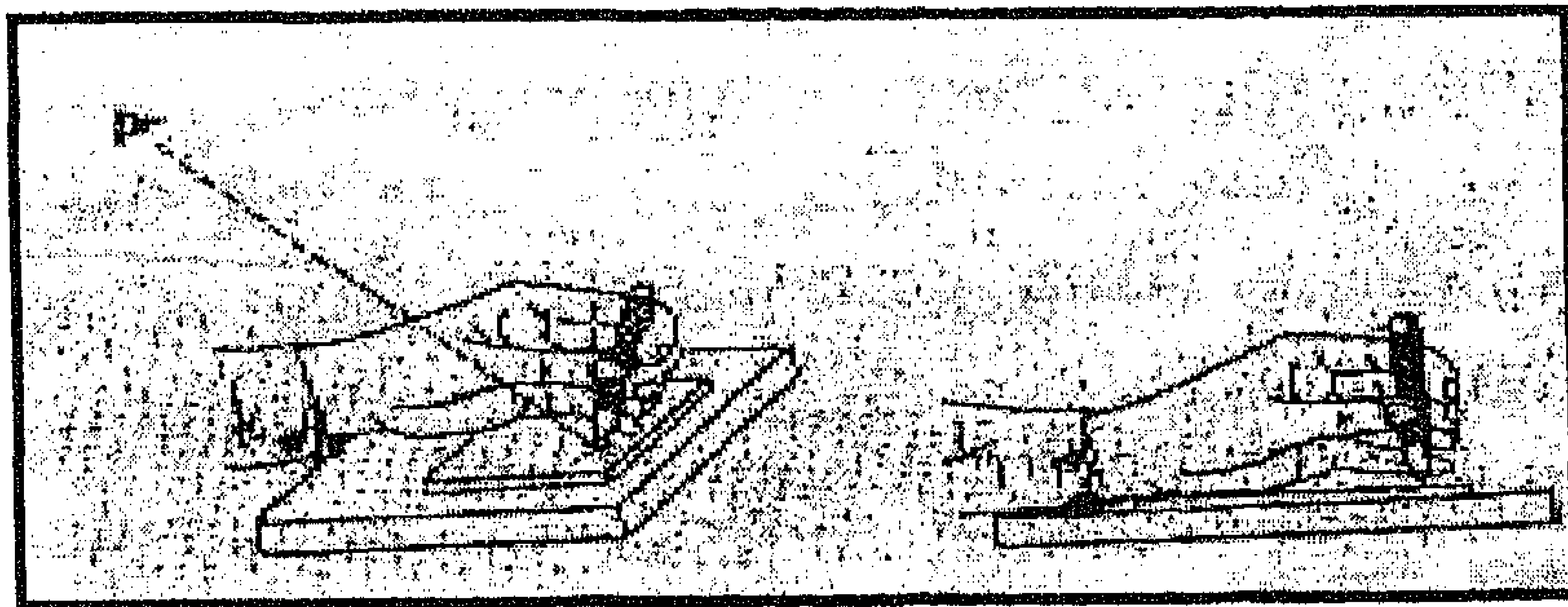
أما الخطوط المنحنية فتحدد النقط على مسافات أقصر ليسهل لذلك تحديد خط الانحناء. وزاوية ميل السن في السنبك تكون عادة40.



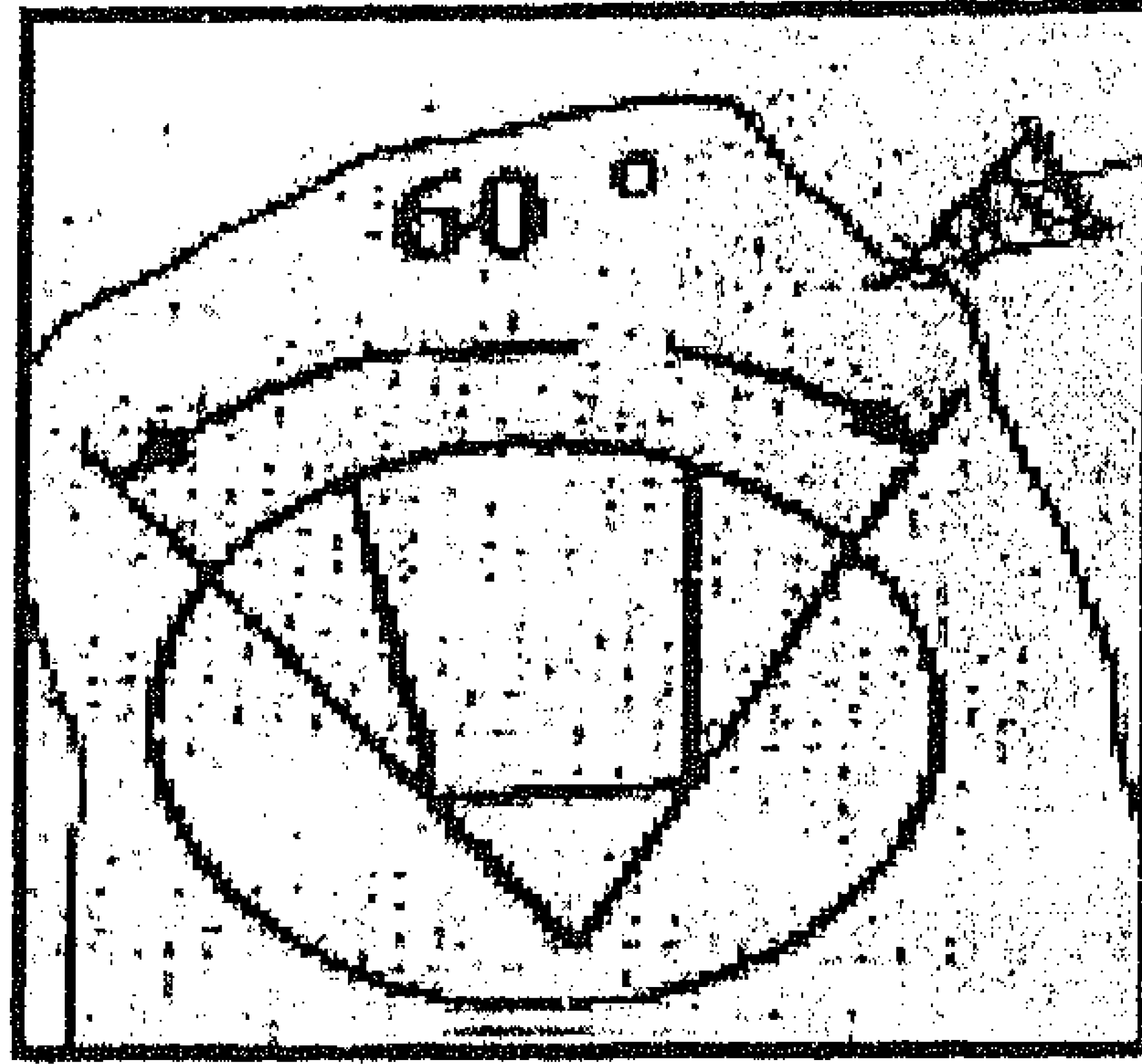
شكل (12) شكل (13)

- **سنبك التخريم:**

إذا أريد تحديدي نقط الثقب فيستعمل لذلك سنبك التخريم. وزاوية ميل السن في هذا السنبك أكثر انفراجاً من تلك التي لذنابة العلام، إذ تبلغ عادة 60. ويجب أن تكون ضربات المطرقة فوق هذا السنبك قوية لتحديد نقط الثقب. ويساعد طرف السنبك المدبب على سهولة عملية التثقيب نظراً لشكله المخروطي ذي القاعدة المتسعة.



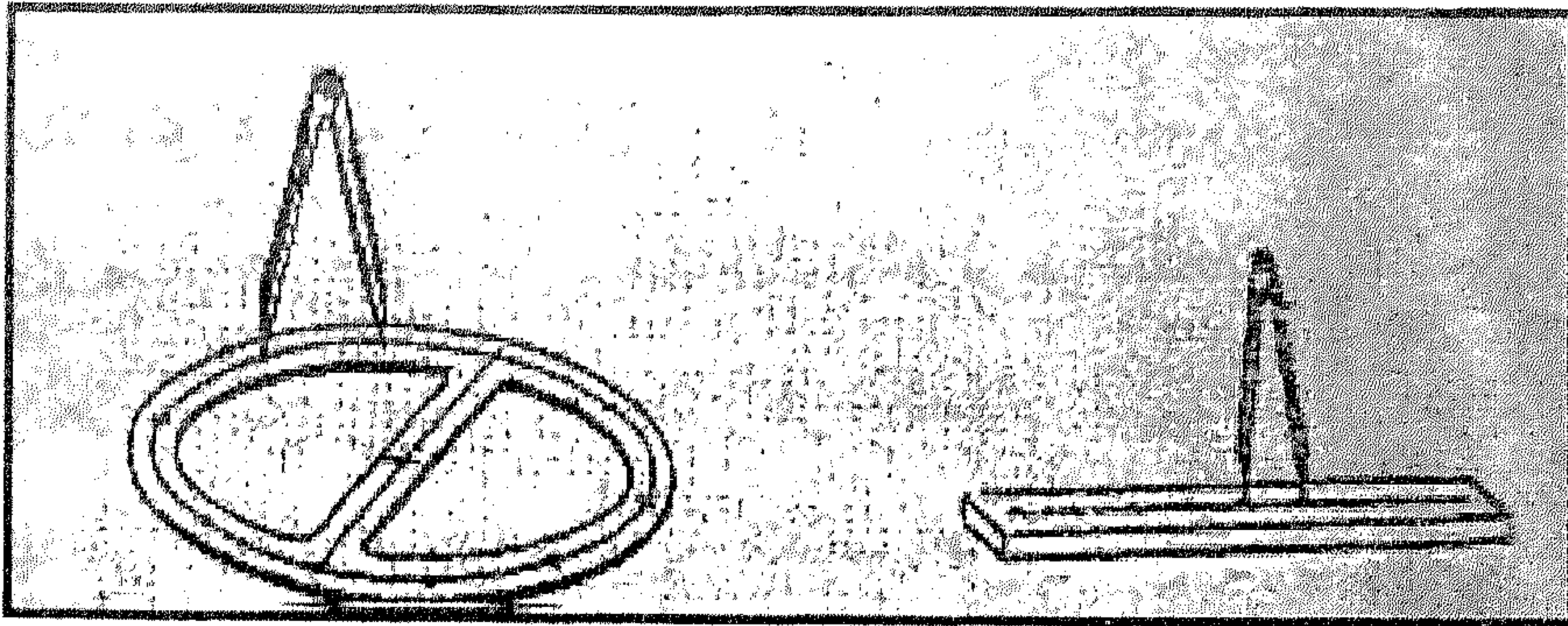
شكل (14) شكل(15)



- **الفرجار (البرجل):**

يستخدم الفرجار في علام الدوائر وأجزائها؛ كما يستخدم في تقسيم الخطوط المستقيمة والمنحنية.

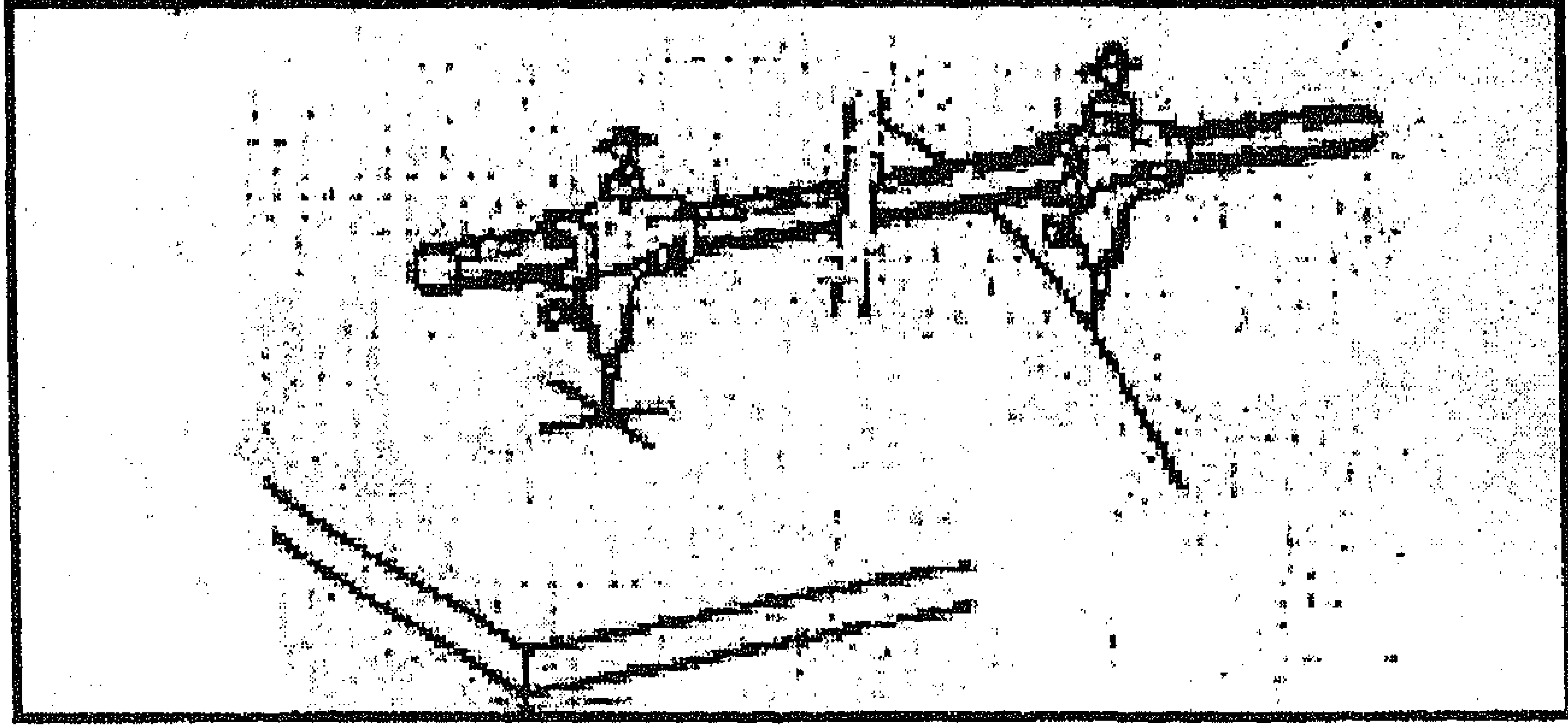
وفي مثل ذلك التقسيم تعتبر نقطة البداية دائماً إحدى نقط التقسيم، وتحدد فتحة الفرجار المطلوبة بالاستعانة بشريط القياس المصنوع من الصلب؛ ولاحتمال وقوع خطأ نتيجة لعدم الدقة في القياس فمن الضروري مراجعة الأبعاد قبل بدء استعمال السنبك لتحديد نقط التثقيب.



شكل (17) شكل (16)

- الفرجار ذو العاتق (برجل الشنكرة):

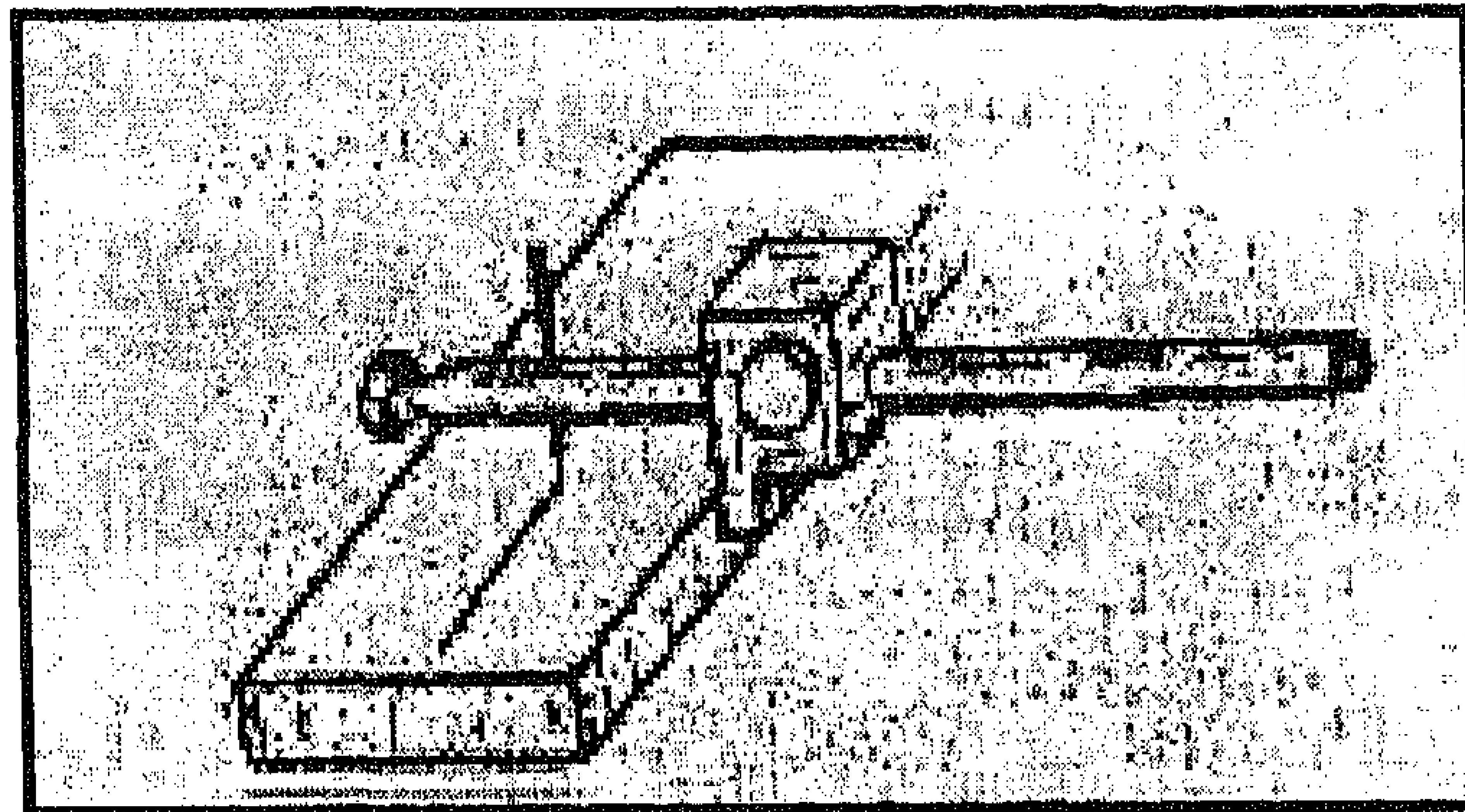
يستخدم هذا الفرجار لعلام الدوائر ذوات الأقطار الكبيرة وأجزائها.



شكل (18)

- الشنكار:

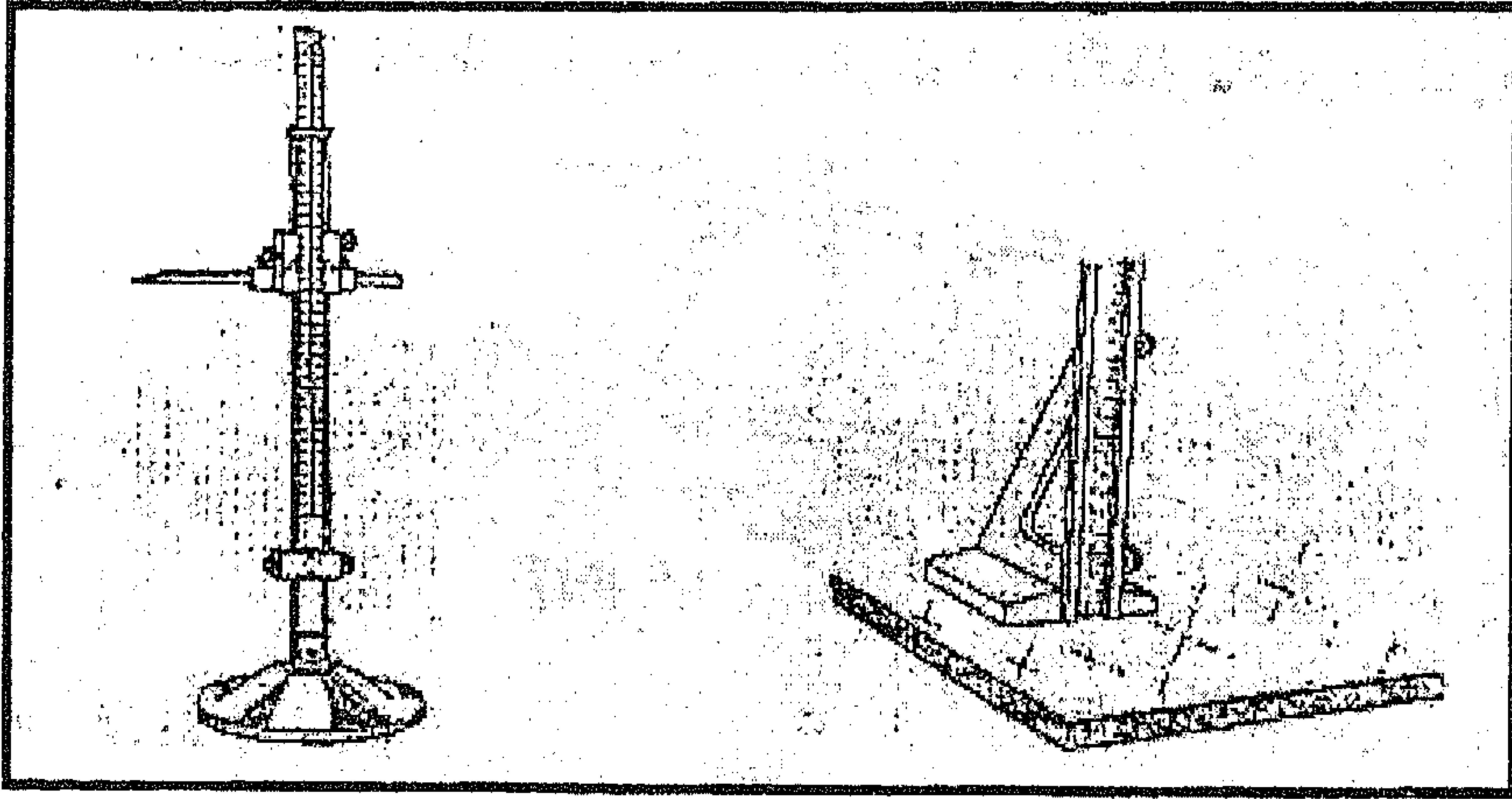
يستعمل الشنكار في علام الخطوط الموازية لحافة سبق إعدادها وتسويتها لتكون حافة إسناد، وهي ذلك الخط الناشئ من تقابل سطحين منتهيين والذي يستخدم دليلاً ينزلق عليه الشنكار. وكما هي الحال مع الفرجارات، يضبط البعد المطلوب بواسطة شريط القياس الصلب، كذلك نوجه العناية إلى ضرورة ضبط ارتفاع سن الشنكار طبقاً لارتفاع الشغلة المطلوب علامها.



شكل (19)محدد علام (شنكار)

محدد لاستواء (زهرة العلام):

سبق أن ذكرنا أن محدد الاستواء(زهرة العلام) يستعمل إذا أريد إجراء العلام من سطح إسناد. وتوجد زهرة العلام على أشكال مختلفة لكنها تتشابه جميعها في أن لها قاعدة مستوية تتلامس مع سطح زهرة الاستواء، وأنها تزود بمخداش (شنكار) رأسي انضباطي. وبعد ضبط الارتفاع المطلوب مقاساً من سطح زهرة الاستواء يقبض على قاعدة الشنكار ويدفع مع الضغط عليه برفق ليلامس سن الشنكار سطح الشغلة المراد علامها ويترك أثره عليها.



شكل (21) محدد قياس ارتفاعات

شكل (20) محدد استواء(زهرة علام) مدرج

ويمكن ضبط زهرة العلام على الارتفاع المطلوب، وهذا النوع يساعد على سرعة ضبط الارتفاع المطلوب.

ملحقات أدوات العلام:

هناك بعض الأدوات الإضافية التي يلزم استخدامها لأداء علام دقيق على قطع المشغولات المختلفة ذوات الأشكال غير المنتظمة. وفيما يلي الأنواع الشائعة الاستعمال منها:

زهرة الاستواء (زهرة الاستعدال):

تصنع زهرة الاستواء من الحديد الزهر الرمادي ولها سطح مستو محزز. والغرض من تحزيز السطح هو تسهيل إزاحة زهرة العلام و عدم التصاق الأسطح الملساء للشغلات به.

ويجب أن توضع زهرة الاستواء فوق دعائم متينة تحقق لها وضعاً أفقياً مستقراً على الارتفاع المناسب (880 mm تقريباً). كما يجب أن يتوافر لسطحها إضاءة كافية لا يكتنفها أي انعكاسات.

ويكاد ينحصر استخدام زهرة الاستواء في أغراض العلام (الشنكرة)، إما استخدامها في أغراض الضبط والتركيب فيؤثر على سطحها ويجعله يتآكل بسرعة مما يتنافى مع صلاحيتها للغرض الأصلي.

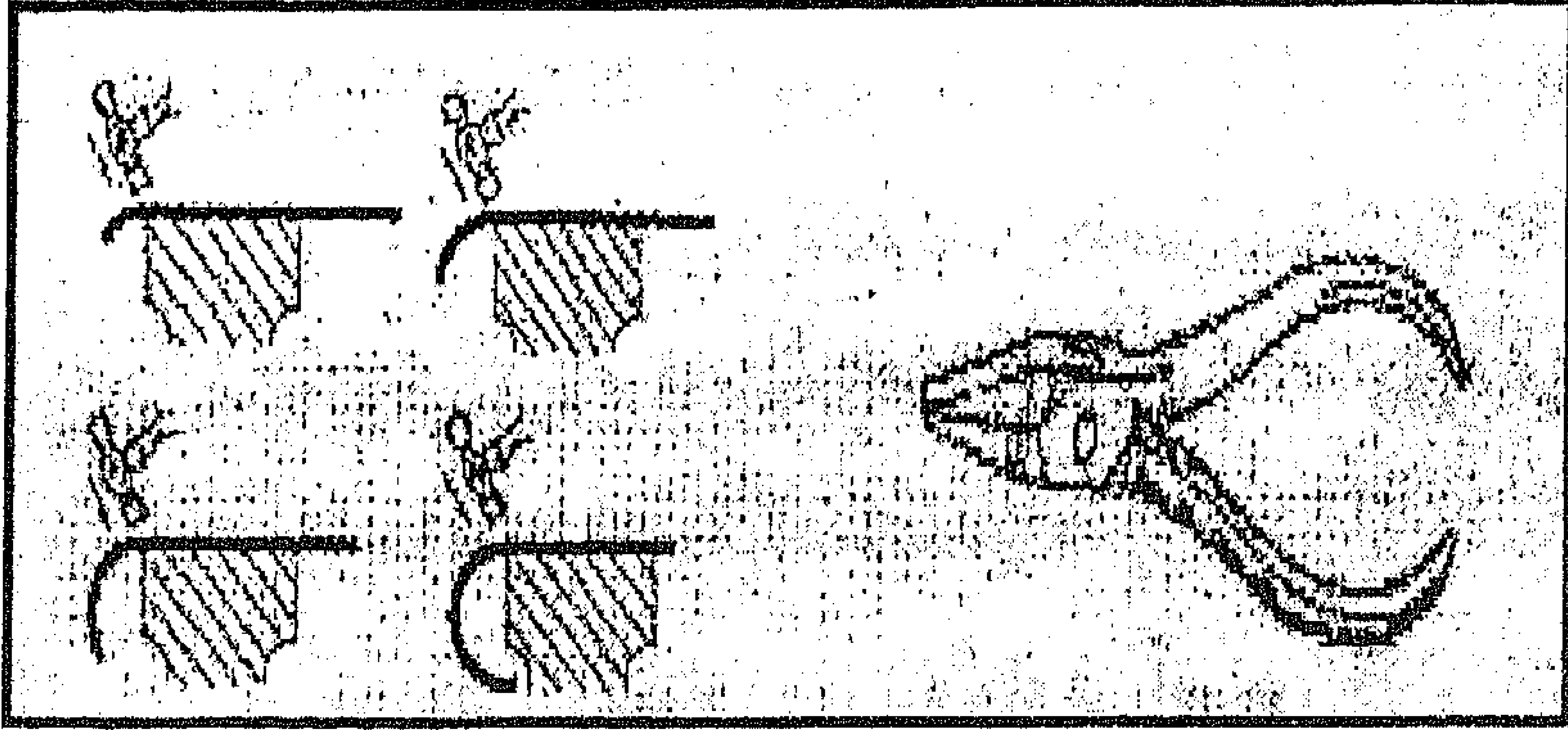
الحني والتعديل:

إن عمليات التعديل والحني تعتمد على مطاوعة المعادن. والمطاوعة إحدى صفات المعادن وتختلف من معدن إلى آخر ونستطيع أن نعبر عنها بأنها مقاومة المعدن لأي تغيير أو تأثير خارجي مسلط عليه.

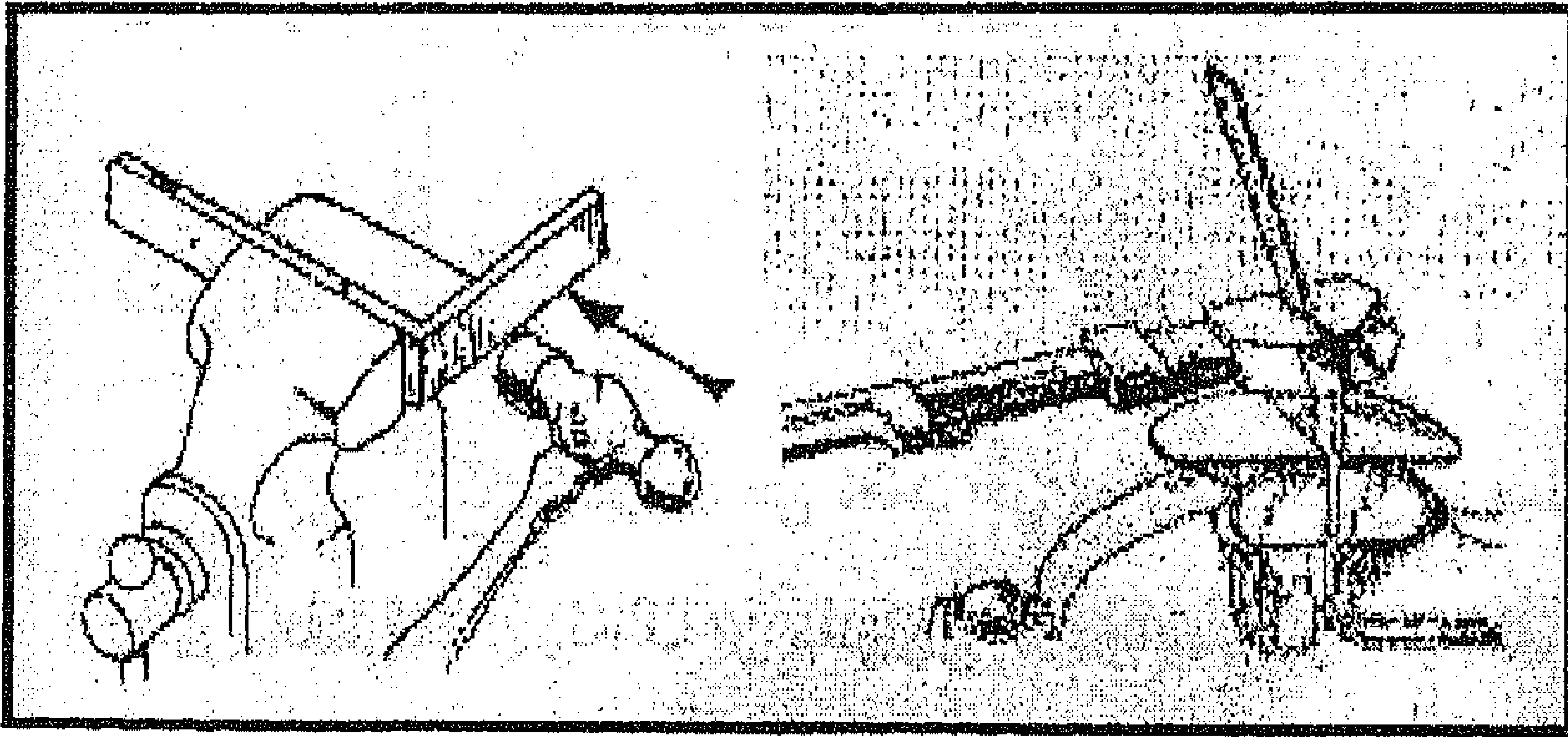
ولغرض إعادة السطح إلى وضعه الأصلي فلا بد من استعمال قوة خارجية مساوية للتأثير الذي يتعرض له السطح أو أكثر منها بقليل وفي نفس نقطة التأثير التي سببت التغيير في السطح. وهذه العملية التي تعيد السطح كما كان تسمى التعديل.

الأدوات المستعملة في التعديل فمنها الكماشة المسطحة شكل (22) وتستعمل لتعديل القضبان أو الصفائح ذات المقطع الصغير. ومن الأدوات المطارق المطاطية والسندان.

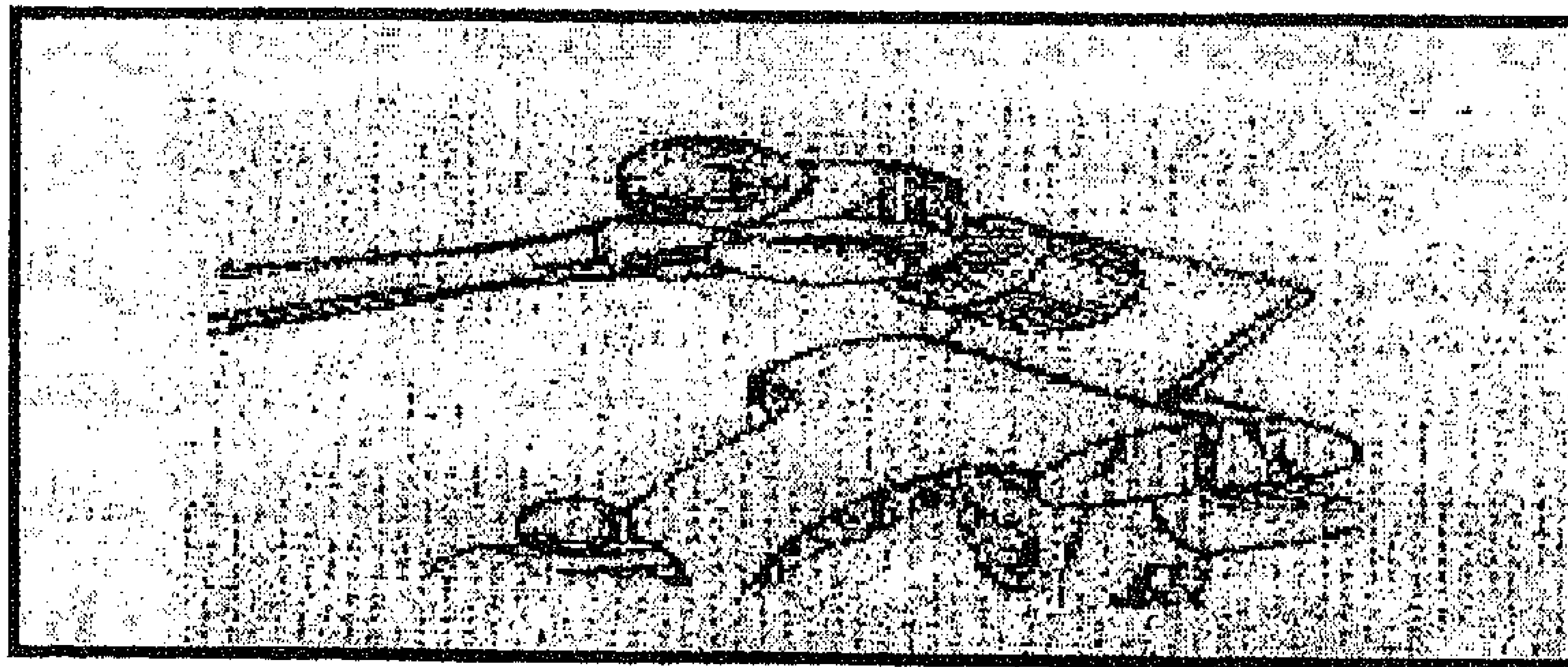
والحني عملية معاكسة لعملية التعديل حيث تسلط قوة لتغيير شكل الجسم وحسبما هو مطلوب ويكون الحني إما إلى أقواس شكل (23)، أو إلى زاوية شكل (24) و(25)، الصفائح شكل (26).



شكل (22) كماشة مسطحة   شكل (23) عملية حني الأقواس



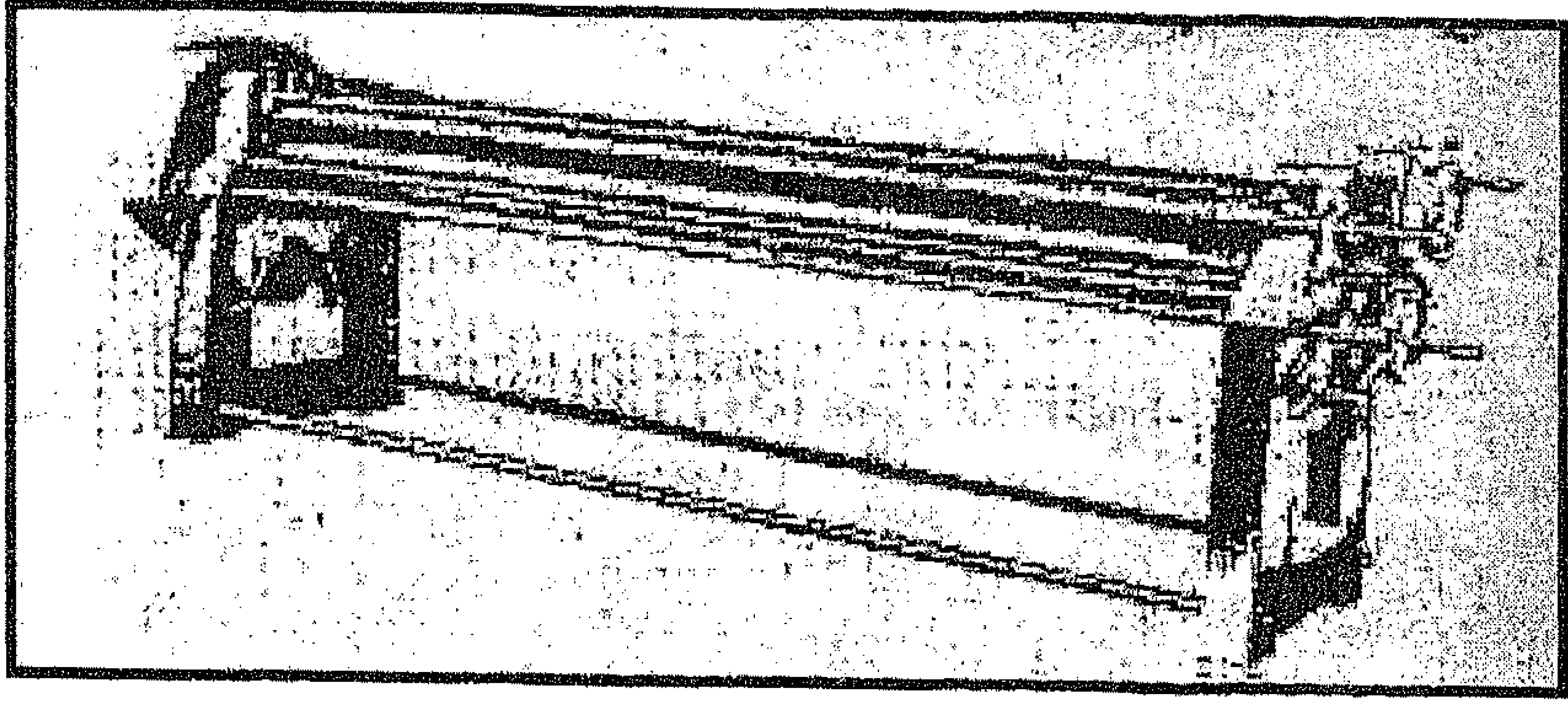
شكل (24) الحني إلى زوايا   شكل (25) الحني إلى زوايا



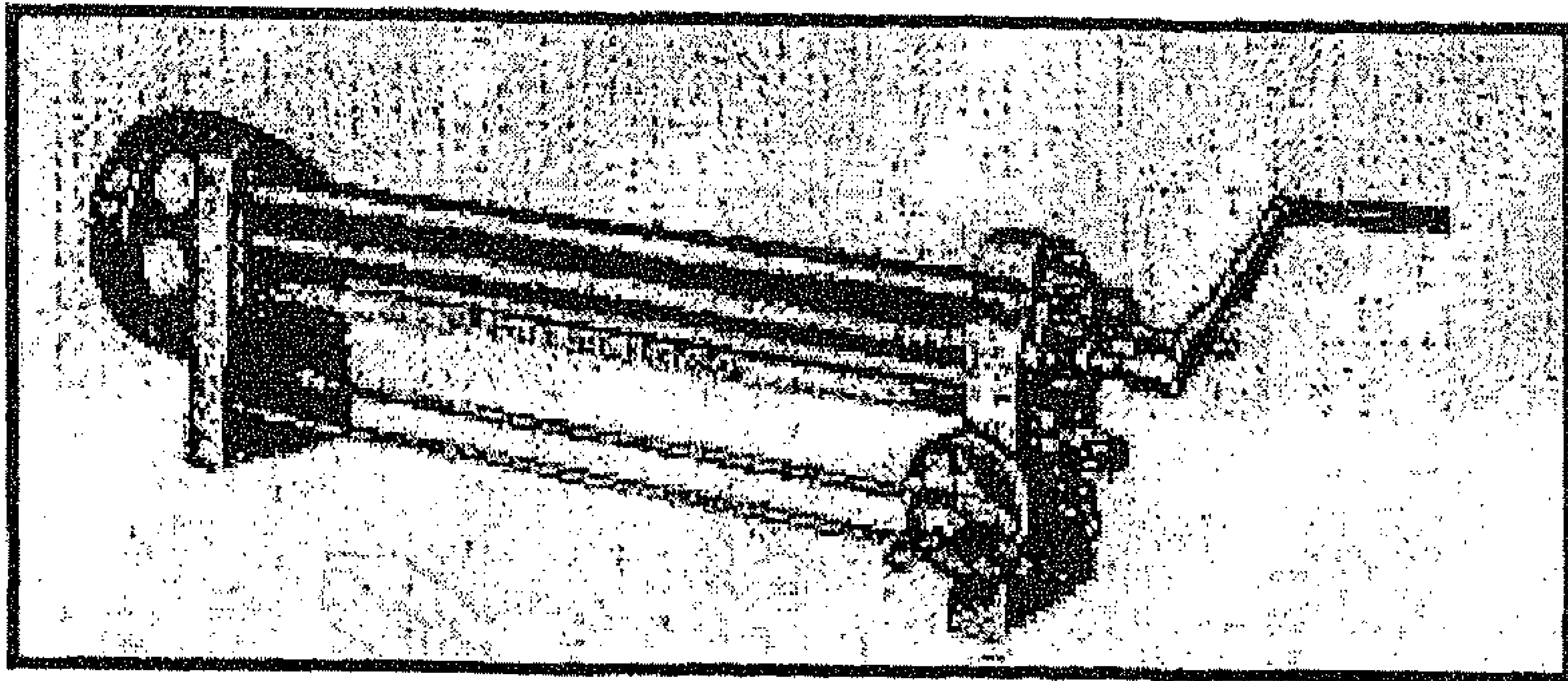
شكل (26) حني الصفائح

أما لحني الصفائح إلى زوايا معينة وخاصة لصناعة مجاري الهواء وخزانات المياه، فنستعمل مكائن خاصة لهذا الغرض سواء كانت كهربائية شكل (27) أو يدوية شكل (28)، حيث هناك حافتان أحدهما متحركة والأخرى ثابتة وتوضع الصفائح بين هاتين الحافتين وبتحريك الحافة المتحركة بمقدار معين نحصل على الزاوية المطلوبة، كما هو في الشكل (29).

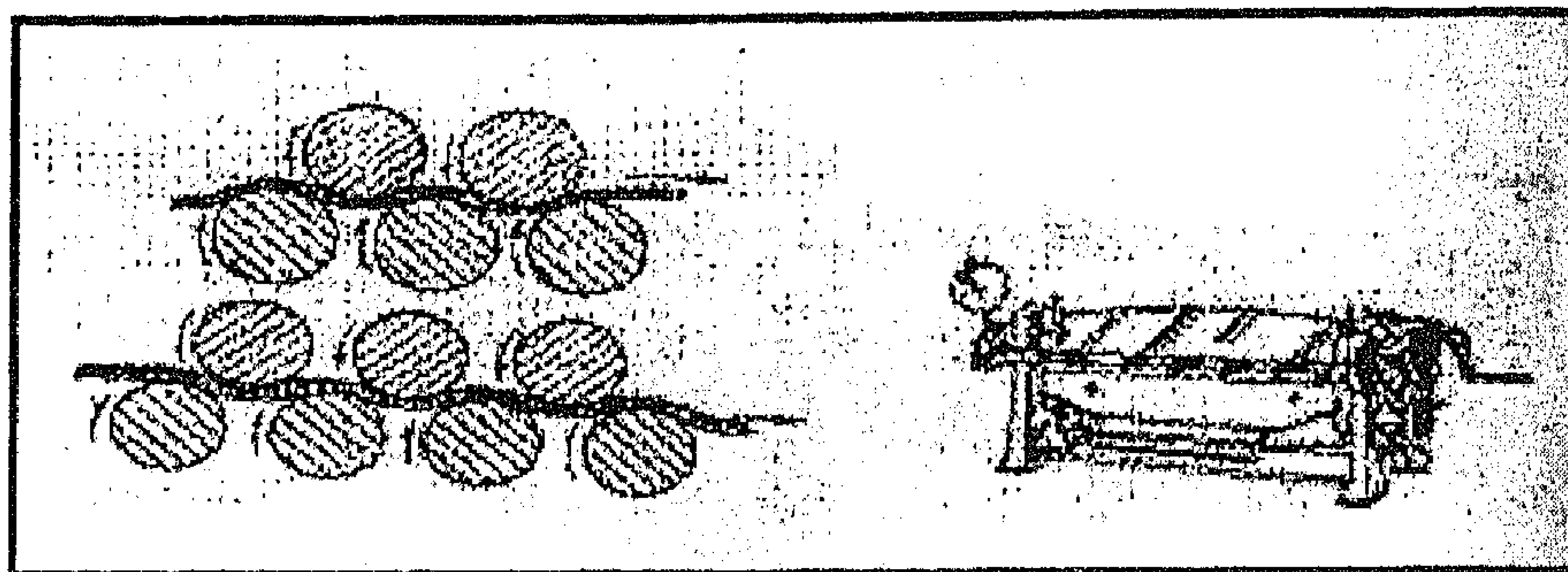
أما إذا أردنا الحصول على سطوح متعرجة فنمرر الصفائح على عدة أسطوانات وكما في الشكل (30).



شكل (27) ماكنة حني كهربائية



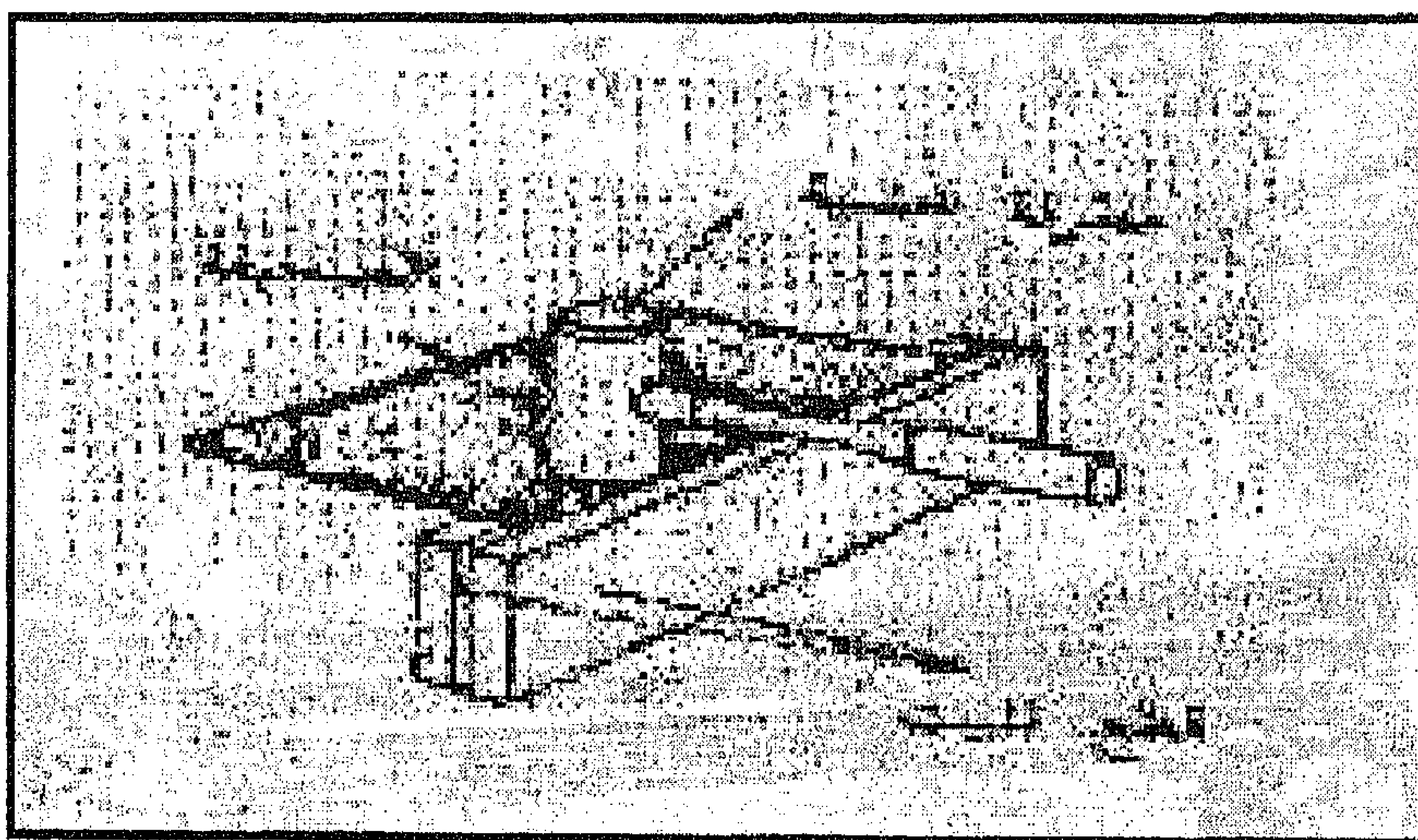
شكل(28) ماكنة حني يدوية



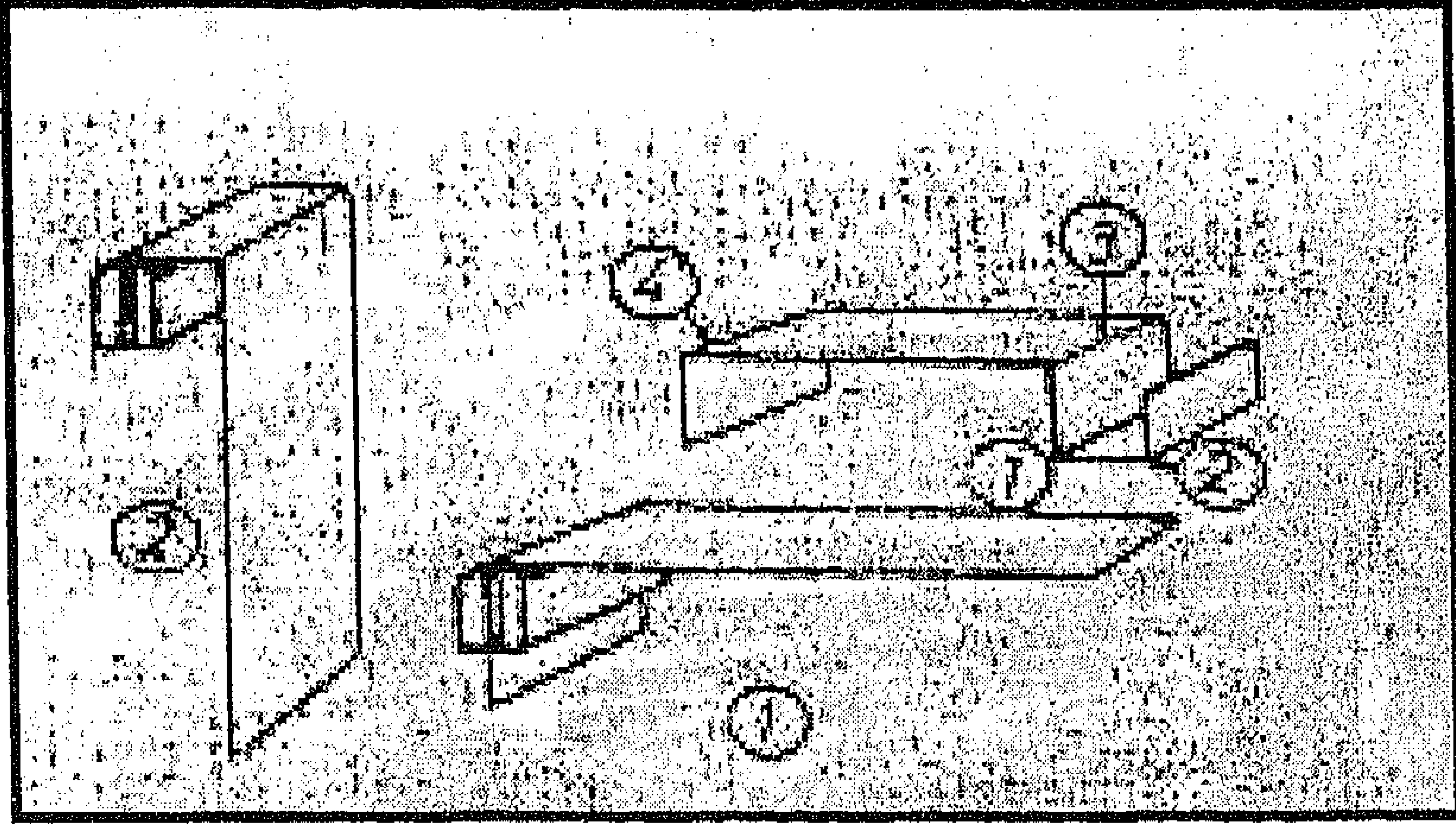
شكل (29) ماكنة الحني الى زوايا   شكل (30) حني الصفائح بشكل متعرج

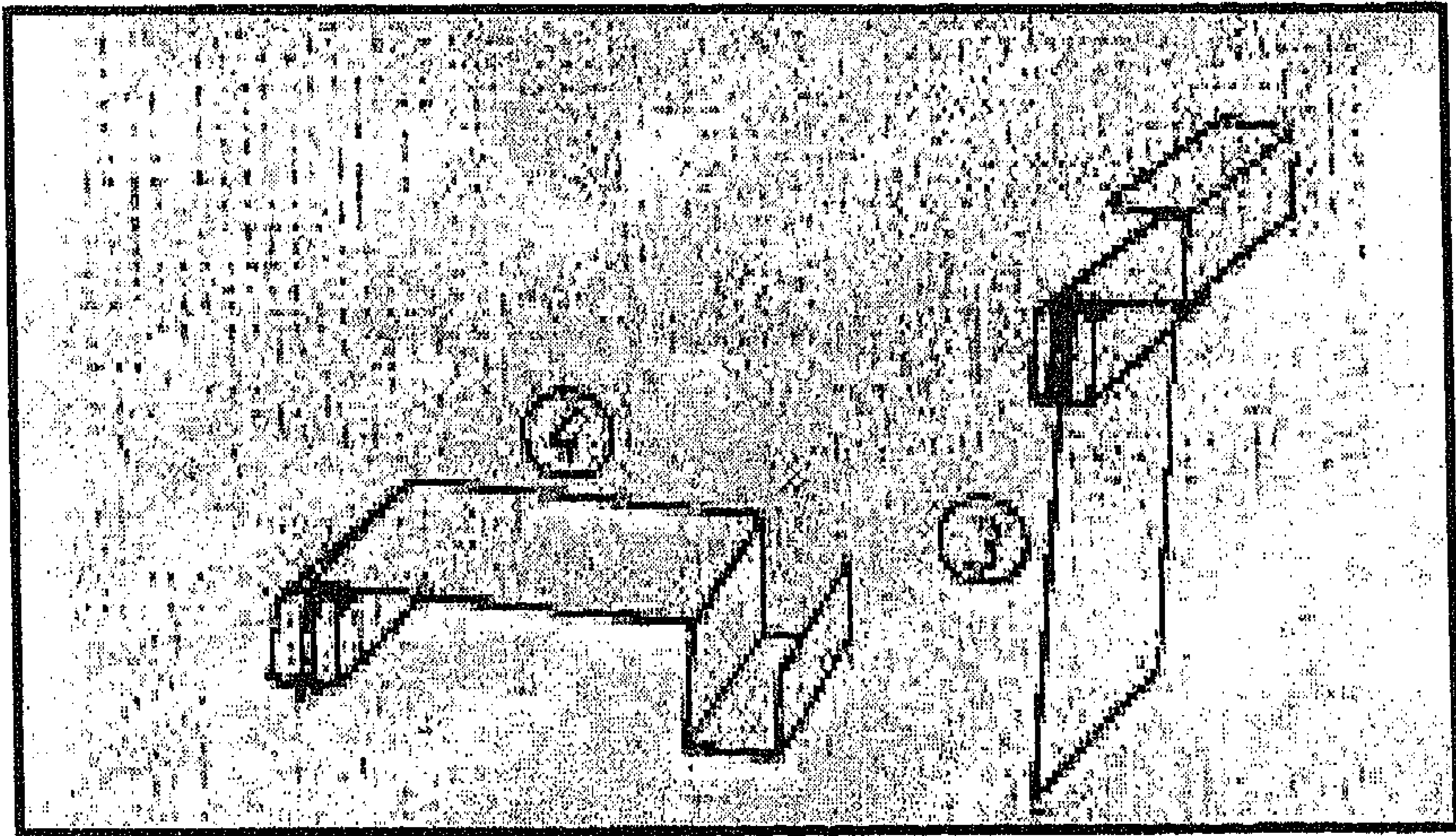
وتتم عملية الحني بوساطة تثبيت أحد طرفي القطعة واستعمال قوة معينة لإجراء التغير المطلوب على الطرف الثاني وعادة يكون طليقاً.

وتكون طريقة التشغيل إما بالتسخين أو على البارد وهي تعتمد على نوعية المعدن والشكل المطلوب والسمك.



شكل(31) حني الصفائح





شكل(32) حني الصفائح في أكثر من منطقة

الوحدة الثالثة

قطع المعادن

قطع المعادن:

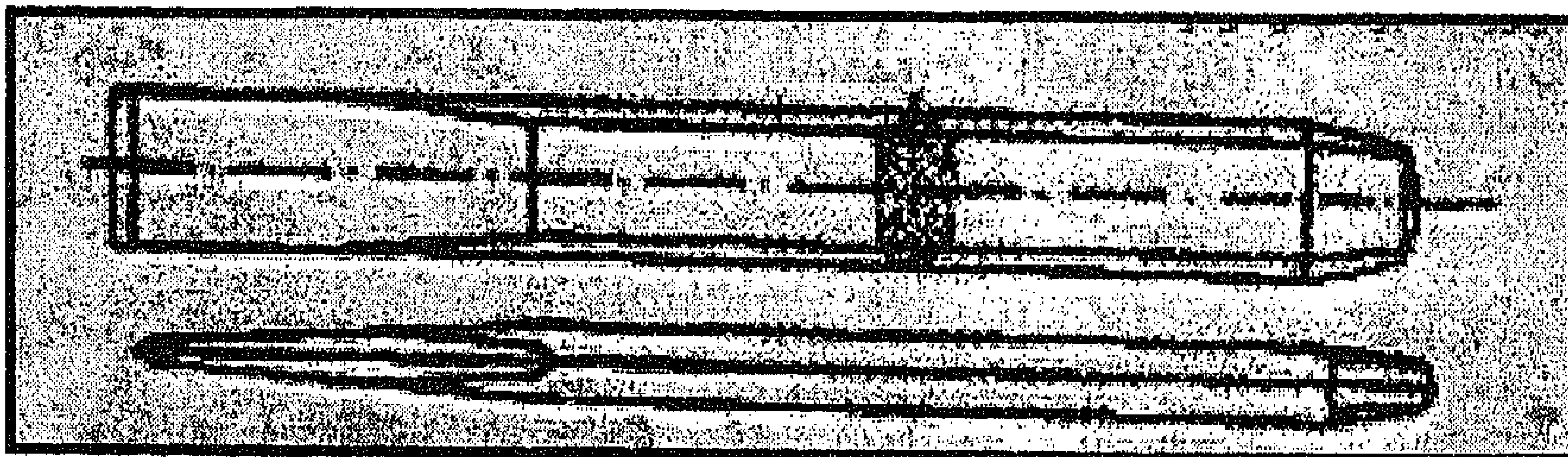
عملية التاجين Chiselling:

يعتبر القطع بالأجنة من العمليات اليدوية المألوفة، وهي عملية تشغيل يزال فيها المدن باستعمال الأجنة ، وهي عدة مشكلة على هيئة حابور حاد الطرف يقوم بعملية القطع بتسليط قوة عليه، ويتم ذلك باستعمال القوة العضلية بمطرقة يدوية، وإما باستعمال مطرقة تسليط آلية، وتستعمل عمليات القطع بالأجنة لفصل الأجزاء عن بعضها كقطع الصفيح الشكل (1).



شكل(1) عملية التأجين

وتقتصر عمليات القطع بالأجنة على المشغولات التي لا تتطلب دقة كبيرة كعمليات الإزالة والتهذيب.

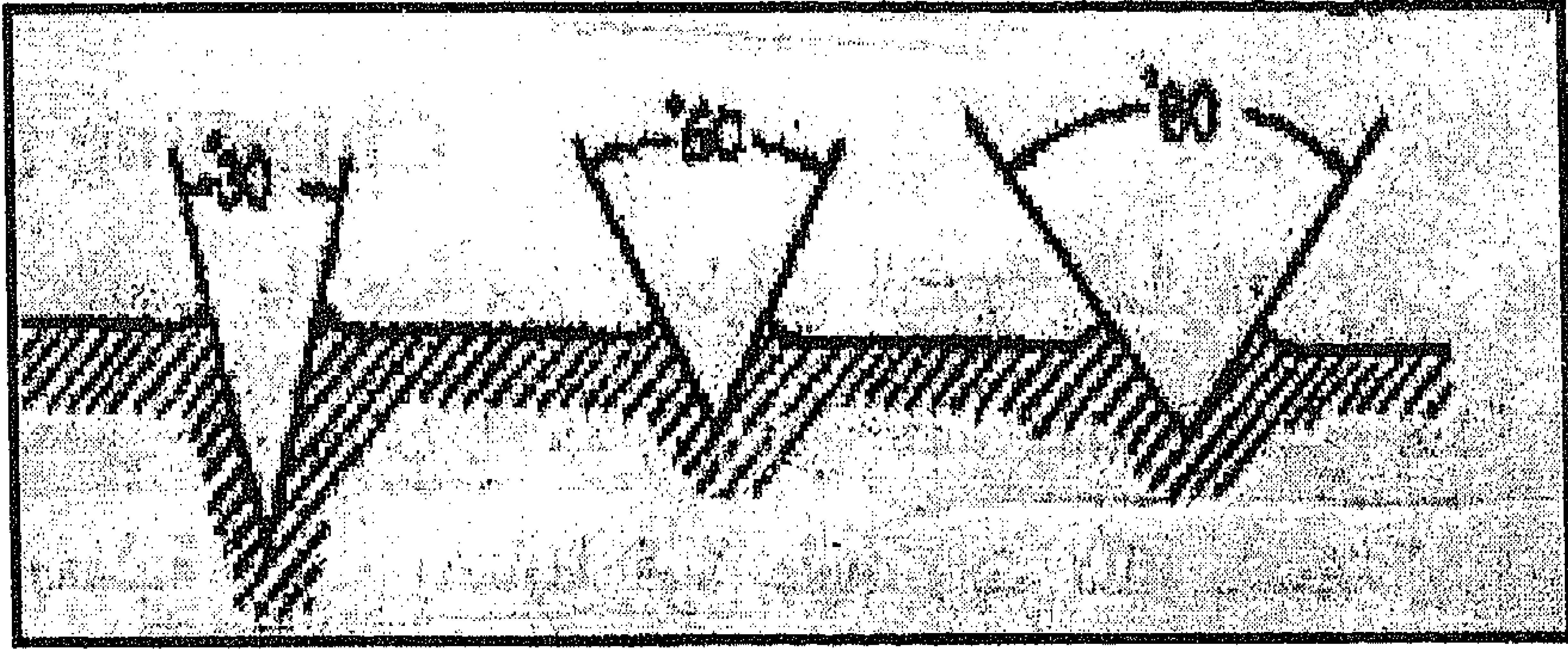


شكل (2) الأجنة

أنواع أقلام التأجين وزواياها:

تصنع الأجنة على اختلاف أنواعها من الصلب العالي الكربون(أي أن نسبة الكربون مرتفعة ويعرف بصلب العدة)، وذلك بطرقها وتشكيلها على الساخن ثم يشغل حد القطع بالبرادة ويعامل حراريا ً ليكون صلدا ً ويشطب بالتجليخ.

زوايا أقلام الأجنة المعتادة تتراوح بين (80- 30) والشكل (3) يوضح زوايا أقلام التأجين.

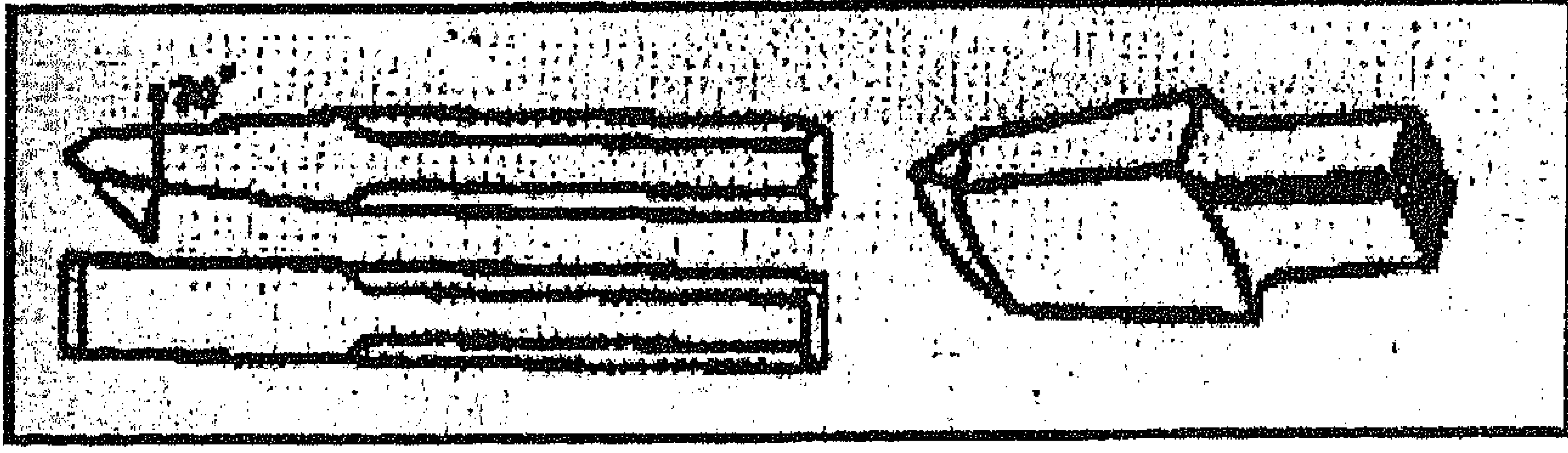


شكل(3) زوايا أقلام التأجين

هذا ويمكن تقسيم الأنواع العامة للأجنات من حيث الشكل إلى خمسة أنواع رئيسية هي:

أ. الأجنة المستوية (العريضة):

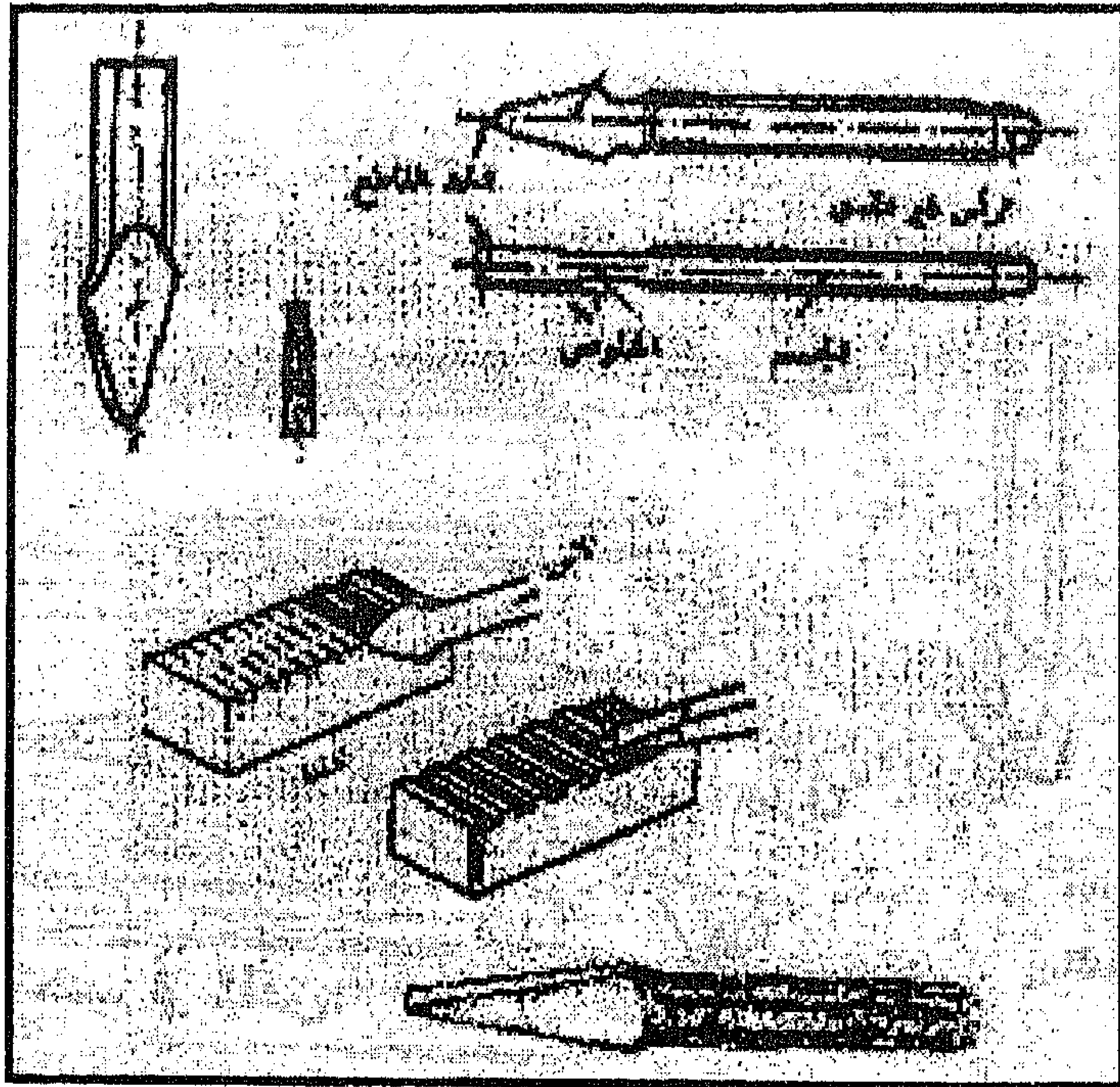
وهي أجنة ذات حد قطع عريض، ويستحسن أن يكون منحنيا ً خاصة عند طرفيه، وذلك لتجنب غوص الحد في المعدن أثناء عملية القطع أو خدشه، وتستعمل الأجنة العريضة في تشغيل السطوح المستوية، وللأغراض العامة. الشكل (4).



شكل (4) أجنة ذات حد قطع عريض

ب. الأجنة الضيقة:

وتستعمل هذه الأجنة في فتح الشقوق (المجاري) الضيقة العرض، الكبيرة العمق إلى حد ما، ويقل عرض الحد القاطع للأجنة تدريجياً تاركاً خلوصاً حتى لا تنحشر الأجنة في الشق أثناء عملية القطع، ويتراوح الحد القاطع عادة بين (3 – 13) ملم والشكل (5) يبين لنا هذا النوع من الأجنة واستعمالاتها.



شكل (5) الأجنة الضيقة عند الاستعمال

ج. الأجنة المربعة:

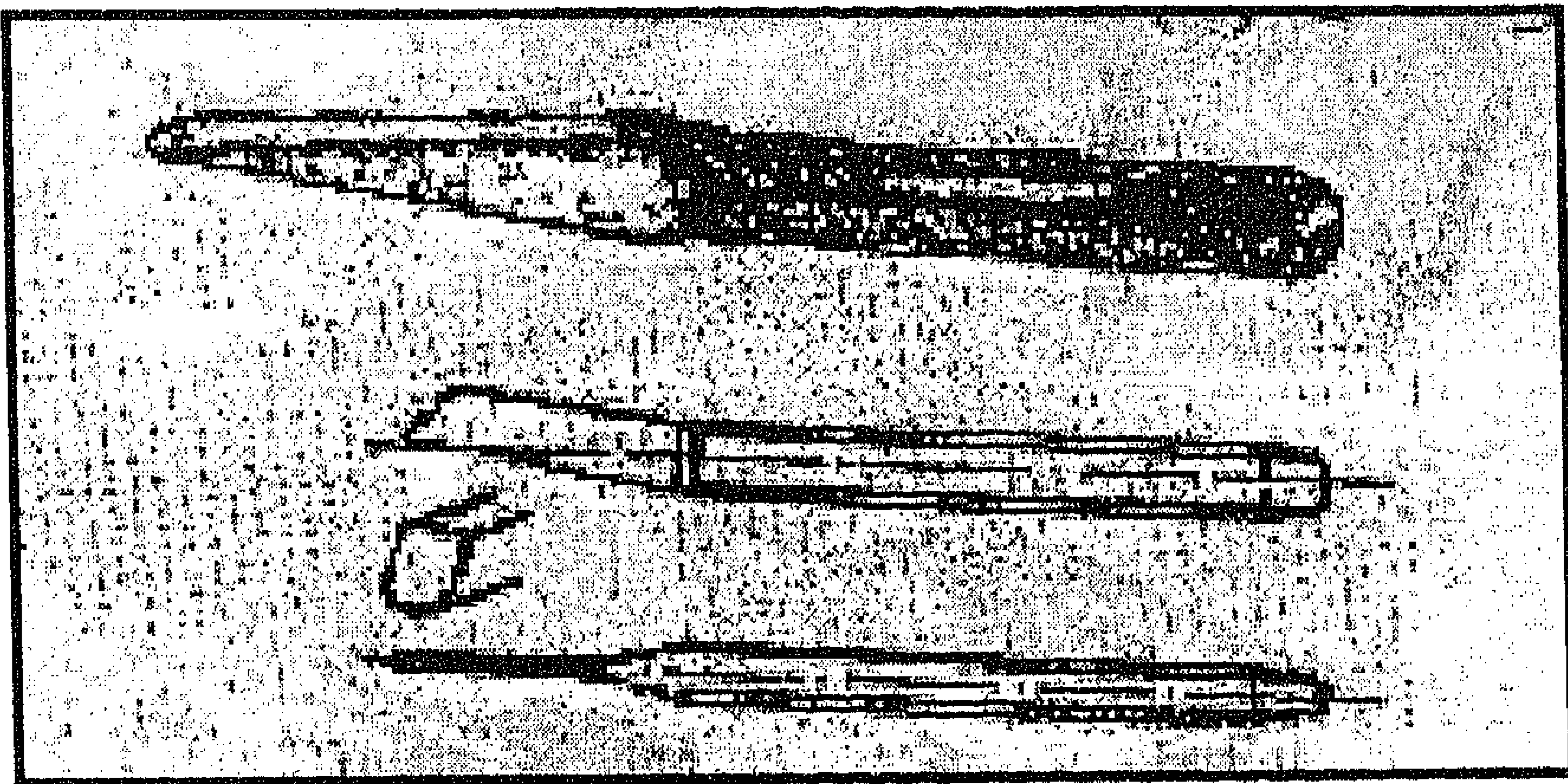
وتستعمل في تشغيل أركان الزوايا الداخلية بالتسوية، وكذلك في قطع المجاري والقنوات ذات الأركان والمجاري ذات السطوح على شكل (V) كما في الشكل (6).



شكل (6) الأجنة الأربعة

د. الأجنة المدورة الطرف:

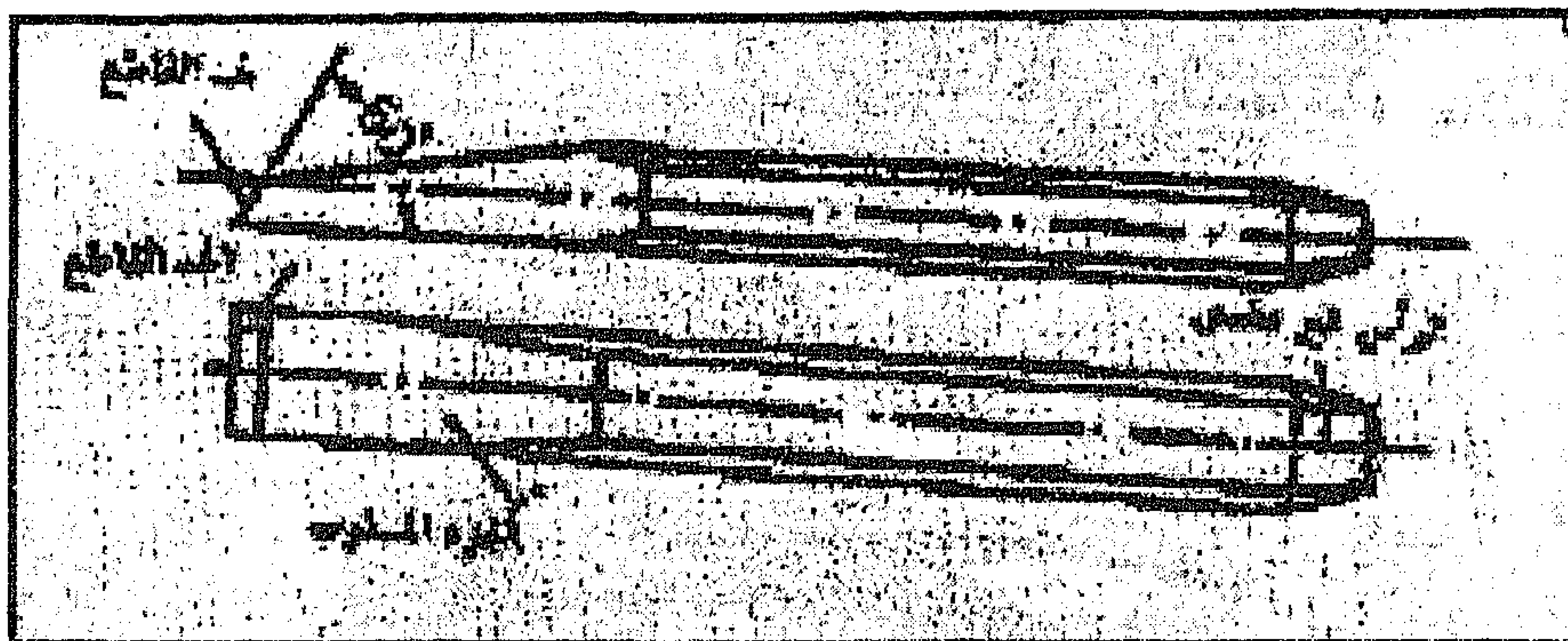
تستعمل لقطع المجاري (مجاري زيت الانزلاق)، وتعرف هذه الأجنة بقلم الظفر، والشكل (7) يبين هذا النوع.



شكل (7) الأجنة المدورة الطرف

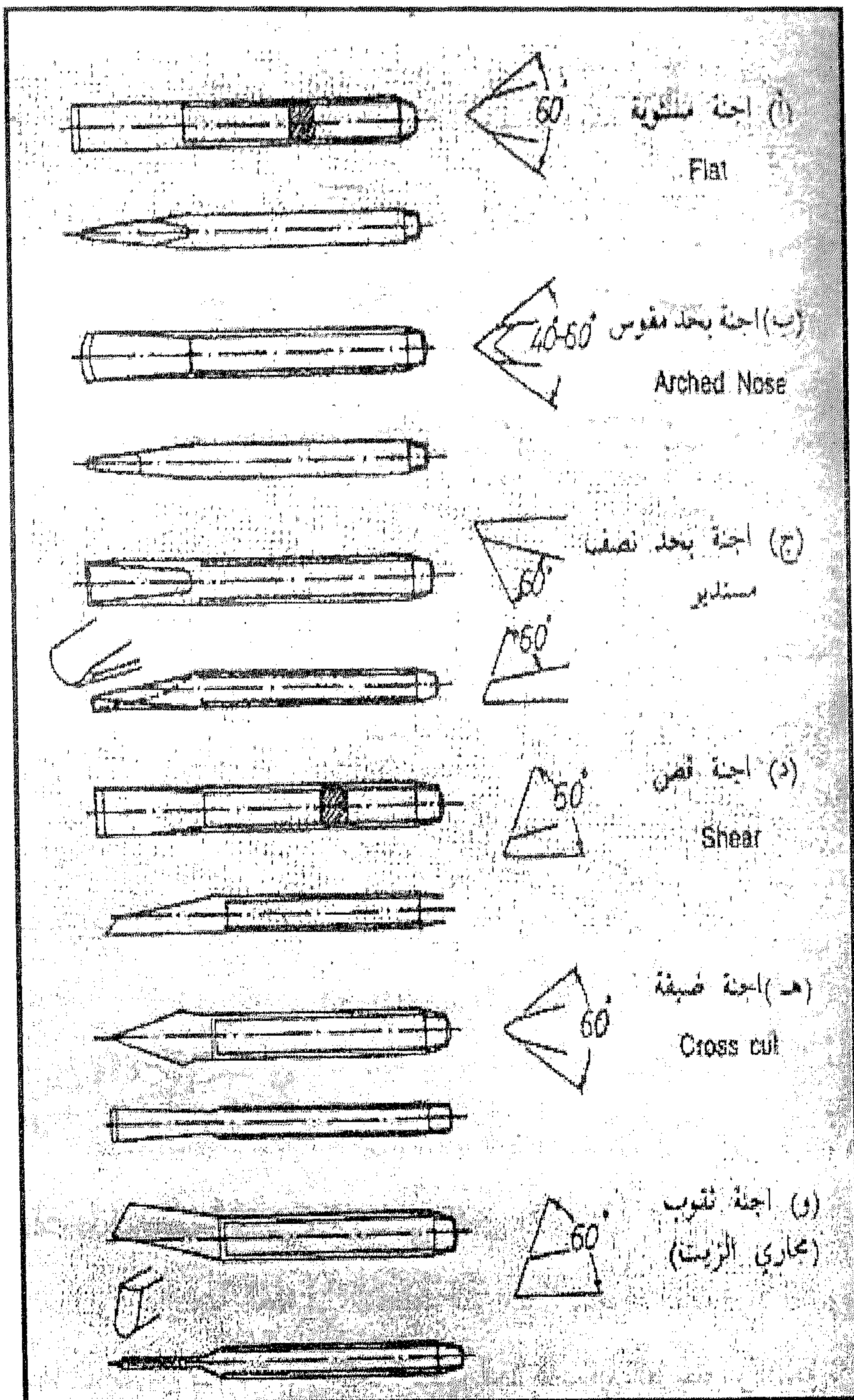
٥. أجنة التحديد أو القص:

تستعمل هذه الأنواع من الأجنة في تحديد المواضع للقطع ولها حد قطع مستقيم، ومن الممكن صنع الأجنات بأشكال خاصة لتفي قطع معينة وفيها تصميم حدود قطع لتناسب شكل القطع المطلوب والشكل (8) يبين هذا النوع من الأجنة.



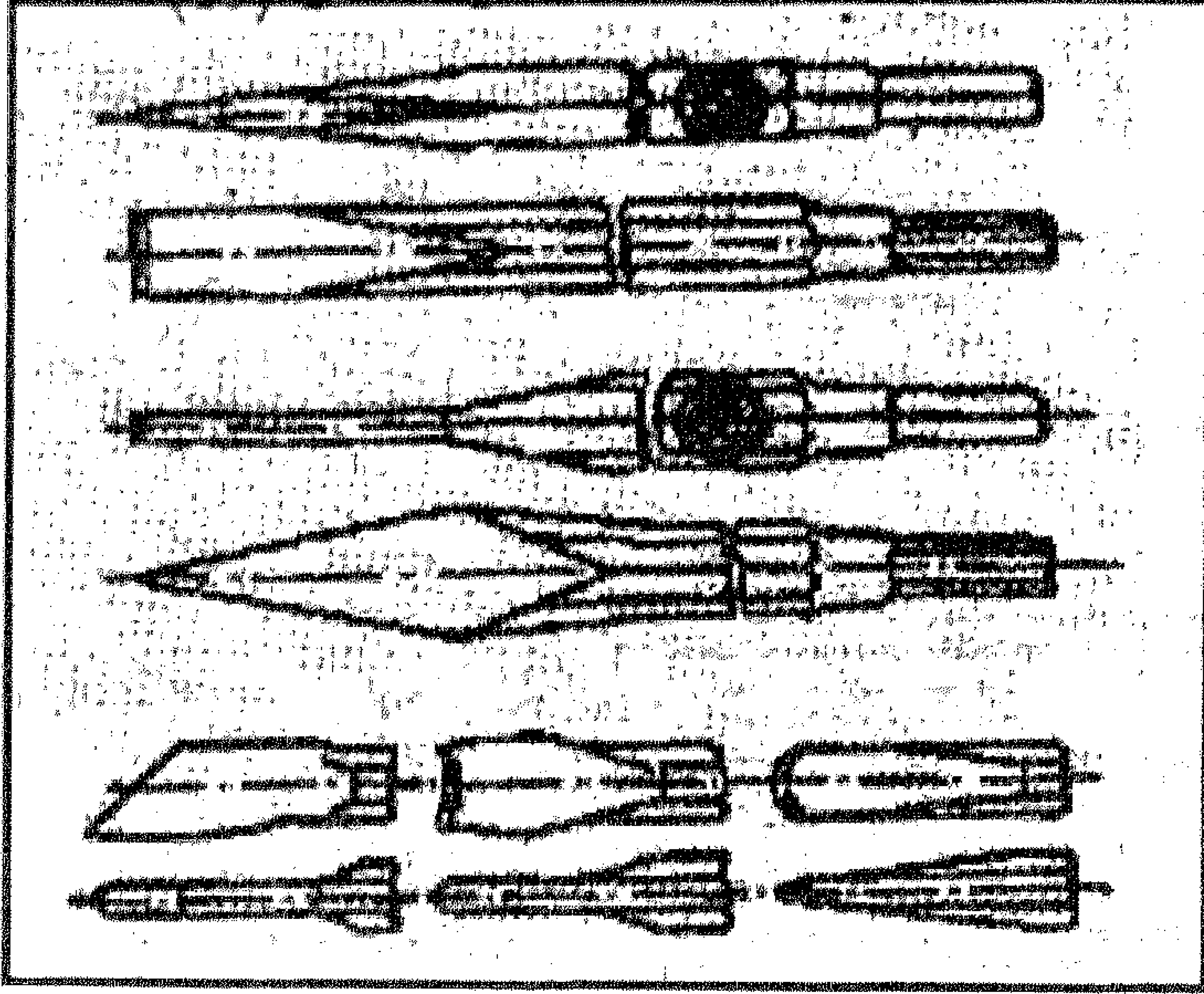
شكل (8) أجنة التحديد أو القص

ويبين الشكل (9) رسوماً مفصلة لأهم أنواع الأجنات وفيها يظهر بوضوح أن زاوية العدة للغالبية العظمى من الأجنات تبلغ 60 درجة، وذلك عند قطع المعادن الحديدية ويتوقف سمك وحجم الأجنة على شكل ونوع الشغلة، وقد يصل سمك طرف الأجنة العريضة عند قطع بعض المعادن غير الحديدية كالألمنيوم و الزنك والرصاص إلى حوالي 1.5 ملم.

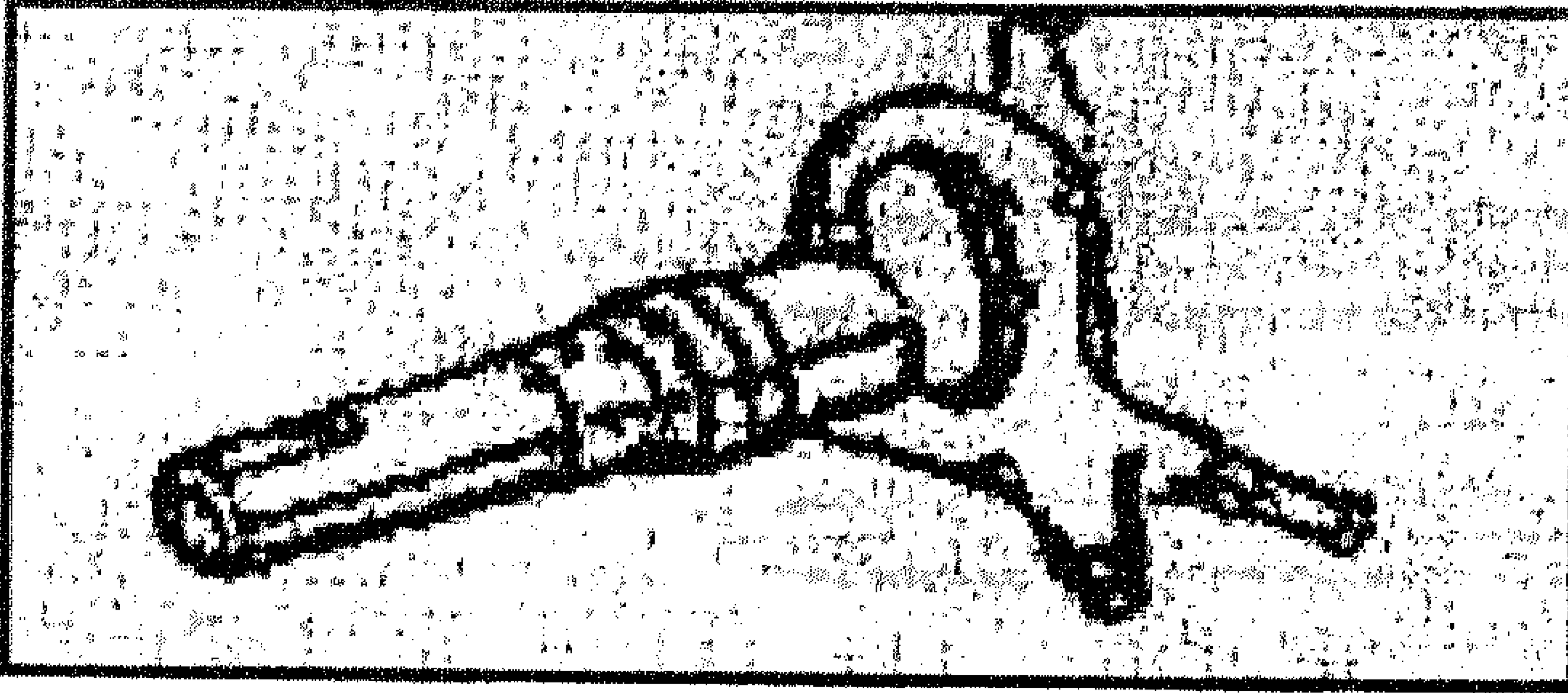


شكل (9): رسومات تفصيلية لبض أنواع الأجنة المألوفة

ولا تقتصر الأجنات على تلك المستعملة في قطع المعادن التي ذكرناها وإنما هناك أجنات التي تعمل بالهواء المضغوط، شكل (10).



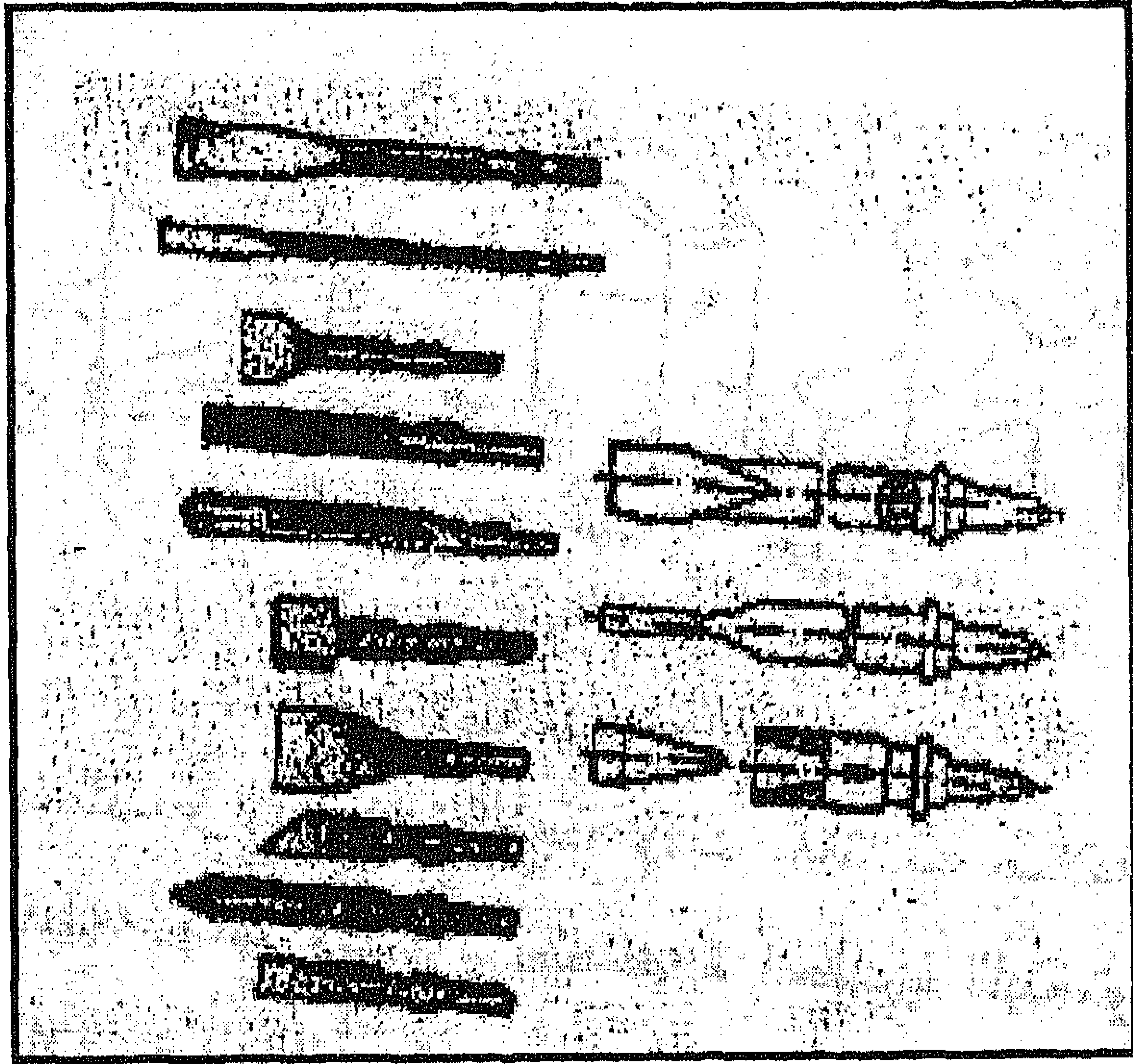
شكل (10): الأجنات التي تعمل بالهواء المضغوط



شكل(11) المطرقة الهوائية

ويبين الشكل (11) المطرقة الهوائية المستعملة لهذا الغرض، وهناك أجنات تعمل بالطاقة الكهربائية كما في الشكل (12).

وتبلغ زاوية العدة في الأجنات التي تعمل بالهواء المضغوط 60 ويمكن لحدها القاطع أن يتخذ أشكالاً متعددة فمنها الحد المستقيم العريض و الضيق.

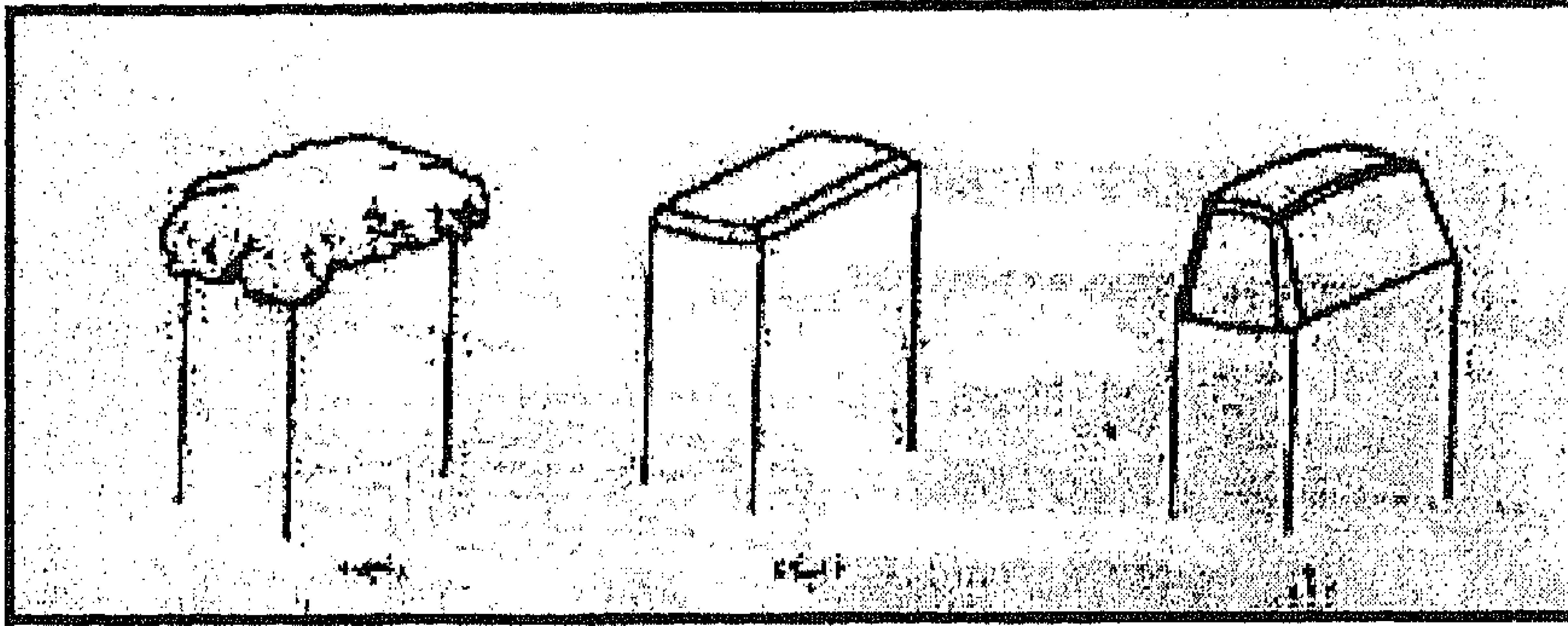


شكل (12)الأجنة المستعملة في المطارق الكهربائية

توصيات حول استخدام اقلام الأجنة:

1. يجب أن يكون قلم الأجنة ملائماً لقبضة اليد من ناحيتي القطر والطول والانتباه إلى الأقلام الطويلة والقصيرة وحين لا تمسك بصورة جيدة ربما تؤدي إلى ضرب اليد، كما تكون قوة الضرب للأقلام القصيرة أكبر من الأقلام الطويلة.
2. يجب أن يكون رأس القلم مدبباً ومحدباً كما في الشكل (أ- 13).
3. أما إذا كان الرأس مسطحاً وليس مدبباً فيصبح كما بالشكل (ب- 13).

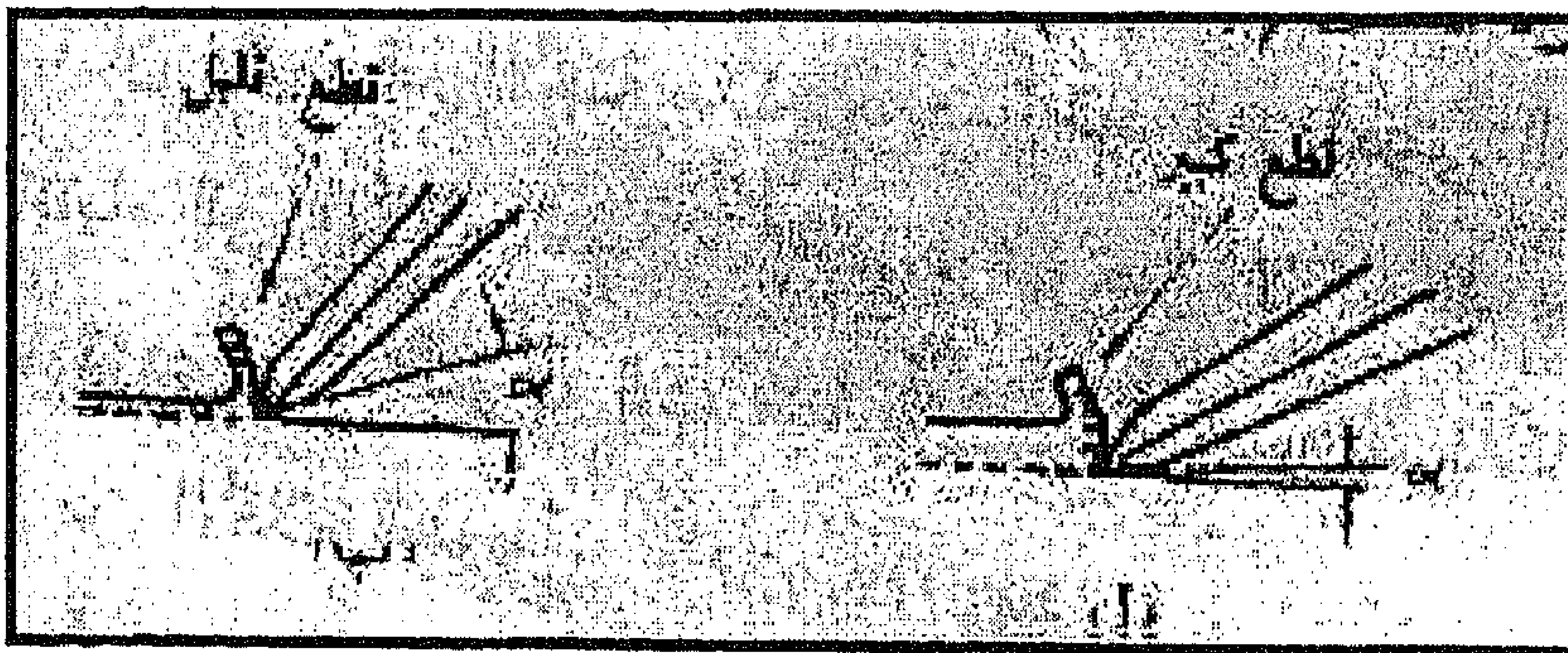
4. عند استعمال أقلام الأجنة تتكون النتوءات المبينة في الشكل (ج- 13)، لذلك يجب إزالة النتوءات المتولدة في الطرق بالتجليخ لتفادي تطاير الشظايا أثناء الطرق.



شكل (13) اقلام الأجنة قبل وبعد الاستعمال

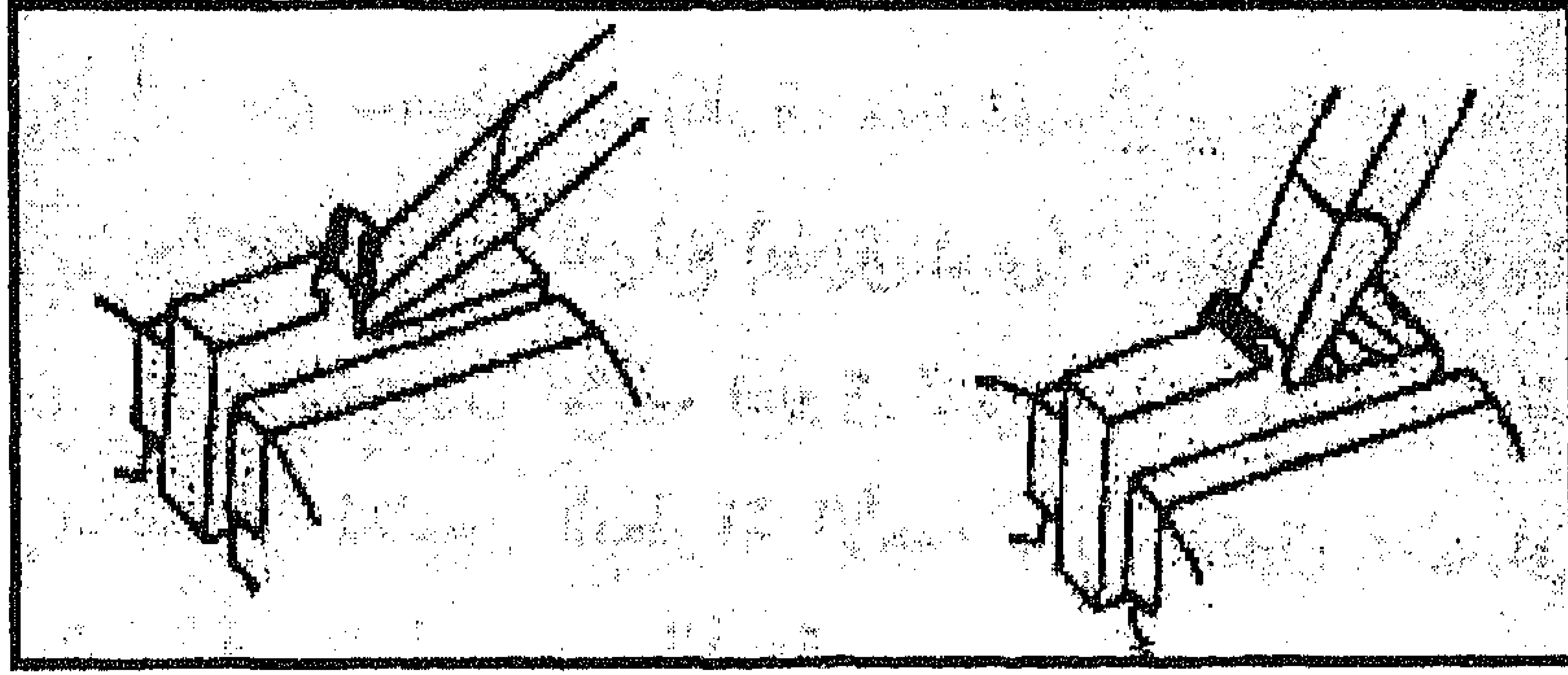
حادة الأجنة: تختلف زاوية حادة الأجنة وذلك باختلاف صلابة المعدن المراد قطعه وتكون الزوايا الصغيرة للمعادن اللينة والزوايا الكبيرة للمعادن الصلبة.

5. توجيه القلم أثناء القطع: إذا أردنا قطعاً كبيراً فيجب إمالة زاوية الأجنة قليلاً (أ – 14)، أما إذا أردنا قطعاً قليلاً فيجب إمالة زاوية الأجنة بزاوية كبيرة الشكل (ب – 14).



شكل (14) القطع الكبير والقطع القليل

أما إذا كانت زاوية الخلوص α كبيرة بحيث أن القلم يكون مقابلاً للقطع لذلك يكون السطح محفراً كما في الشكل (أ – 15) أما إذا كان القلم مائلاً فيكون القطع مستوياً وغير محفر كما في الشكل (ب – 15).



شكل (15) القطع الحفر والقطع المستوي

6. إذا استمررنا في قطع الشغلة حتى النهاية فتقسم النهاية وتصبح غير مستوية السطح الشكل (أ – 16)، حيث يفضل القطع من الجهة المقابلة للشغلة قبل الانتهاء من القطع، شكل (ب – 16).



شكل (16) الوضع الخطأ والصحيح لقطع النهاية

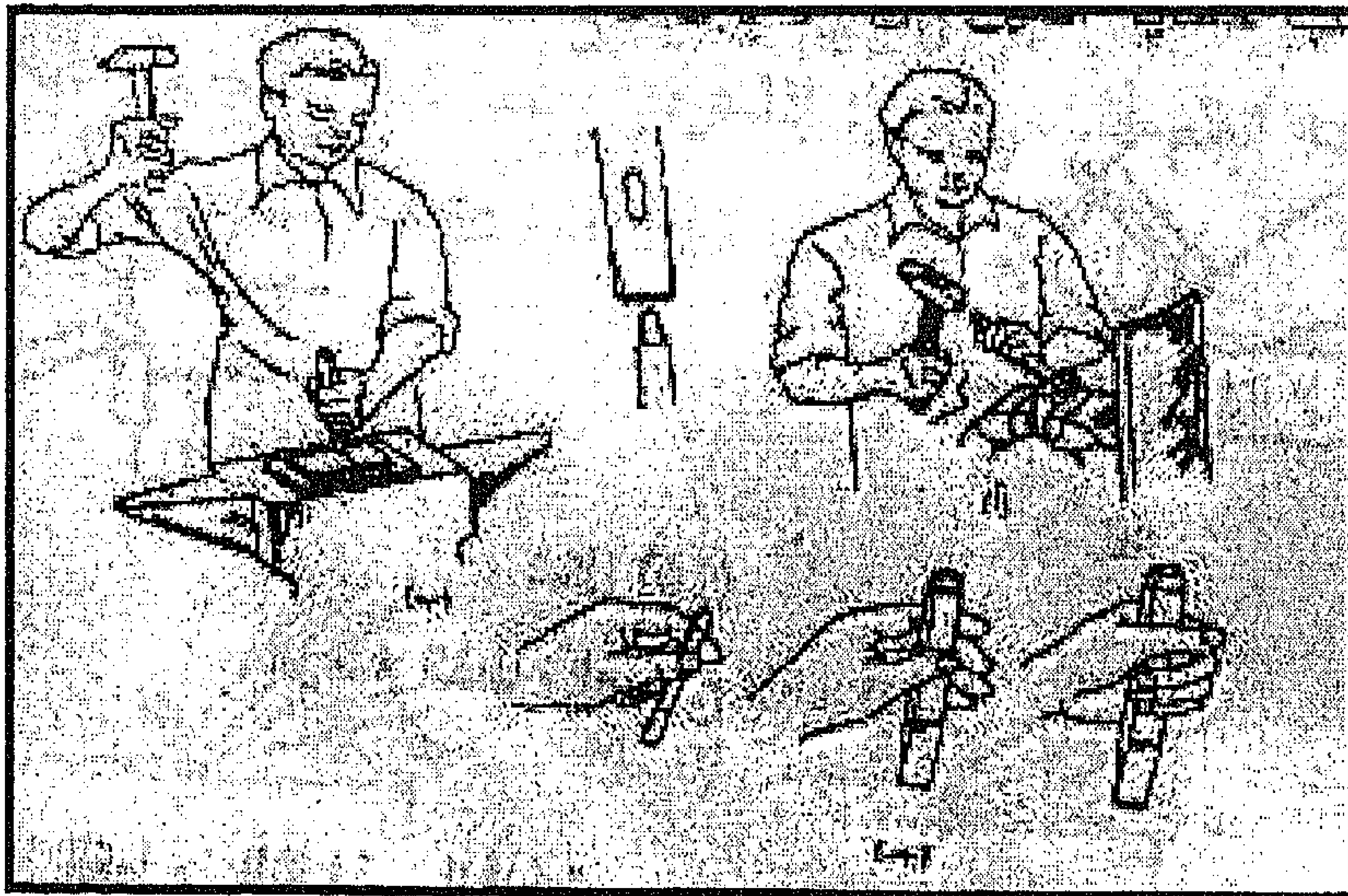
7. لأعمال القطع الثقيلة بالأجنة يجب اختيار ملازم أجسامها مطروقة وغير مسبوكة، وفي حالة استعمال الأشغال الخفيفة تستعمل ملازم مسبوكة لكي تقوم بعمليات تأجين جيدة يجب إتباع الطرق التالية:

- يقف العامل بشكل يمكنه من القيام بالطرق الجيد بالمطرقة والمحل المناسب له، شكل (أ – 17).
- يجري الطرق تبعاً لحجم الأجنة و المطرقة كذلك تبعاً لنوع العمل في الحالات التالية:

أ. من مفصل اليد (طرق خفيف).
ب. من مفصل الذراع (طرق قوي).
ج. من مفصل الكتف (طرق قوي جداً)، شكل (ب – 17)

- يجب أن تلامس المطرقة الأجنة بشكل يكون فعل قوة الطرق فيه تماماً في اتجاه محور الأجنة.
- يتم مسك الأجنة تبعاً لنوع وحجم الأجنة بالعدد المناسب لأصابع اليد او اليد كلها، والتوجه الصحيح يتطلب مسكاً ثابتاً للأجنة الشكل (ج – 17).
- تكون النظرة عند التأجين دوماً موجهة على حد الأجنة.

ملاحظة: يجب حماية العين من الرايش وتجنب خطر الحوادث.



شكل(17)الاستعمال الصحيح للقطع بالأجنة باستعمال الملازم

القص (Shearing):

القص عملية قطع المعادن إلى قطعتين أو أكثر بواسطة تسليط قوة معينة في المنطقة المراد قصها فتنفصل القطعة في هذه المنطقة.

وعادة تكون عملية القص من العمليات الابتدائية لعمليات أخرى مثل السمكرة واللحاء. ويمكن قص المعادن إلى أي شكل أو حجم مطلوب.

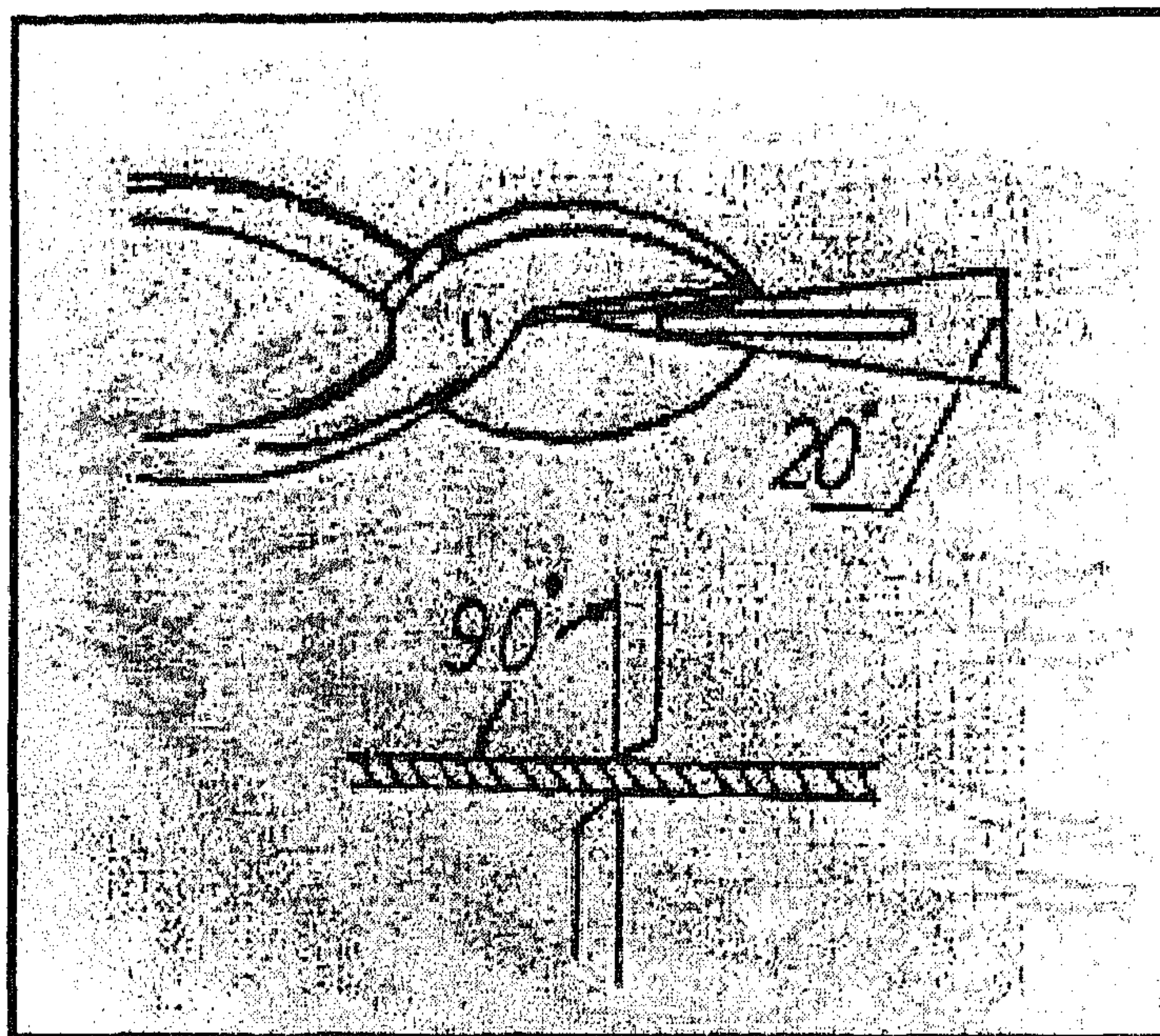
تتم عملية القص بتسليط قوة معينة على القطعة فتنفصل إلى جزئين أو أكثر ويحدث انفصال القطعة عند حافات القص، حيث يكون أعظم إجهاد مسلط على القطعة. وحافات القص عبارة عن حدين قاطعين أحدهما ثابت والآخر متحرك (في معظم المقصات). ويجب أن تكون المسافة بين الحدين القاطعين بحدود مناسبة وتختلف باختلاف المعادن المراد قصها.

أنواع المقصات:

المقصات اليدوية Hand Shears:

وتكون على شكلين للقص اليسار أو القص اليمين وأن مقصات اليمين أكثر استعمالاً وجاءت هذه التسمية من عملية المسك بالمقصات باليد اليمنى أو اليسرى.

وتكون هذه المقصات على أنواع سواء مقصات اليمين أو اليسار وتستعمل للصفائح ذات السمك القليل، والشكل (18) يبين استعمال المقص والزاوية المناسبة لفتح المقص.



شكل (18)استعمال المقص

المقصات المستقيمة:

تستعمل للقص المستقيم للصفائح الرقيقة والسميكة نسبياً ، وقد تستعمل إلى قص الأقواس الخارجية فقط. ويجب أن يفتح المقص بزاوية بين 15– 20 لضمان سيطرة اليد على الذراعين، الشكل (أ – 19).

المقصات ذات الفكوك المنحنية:

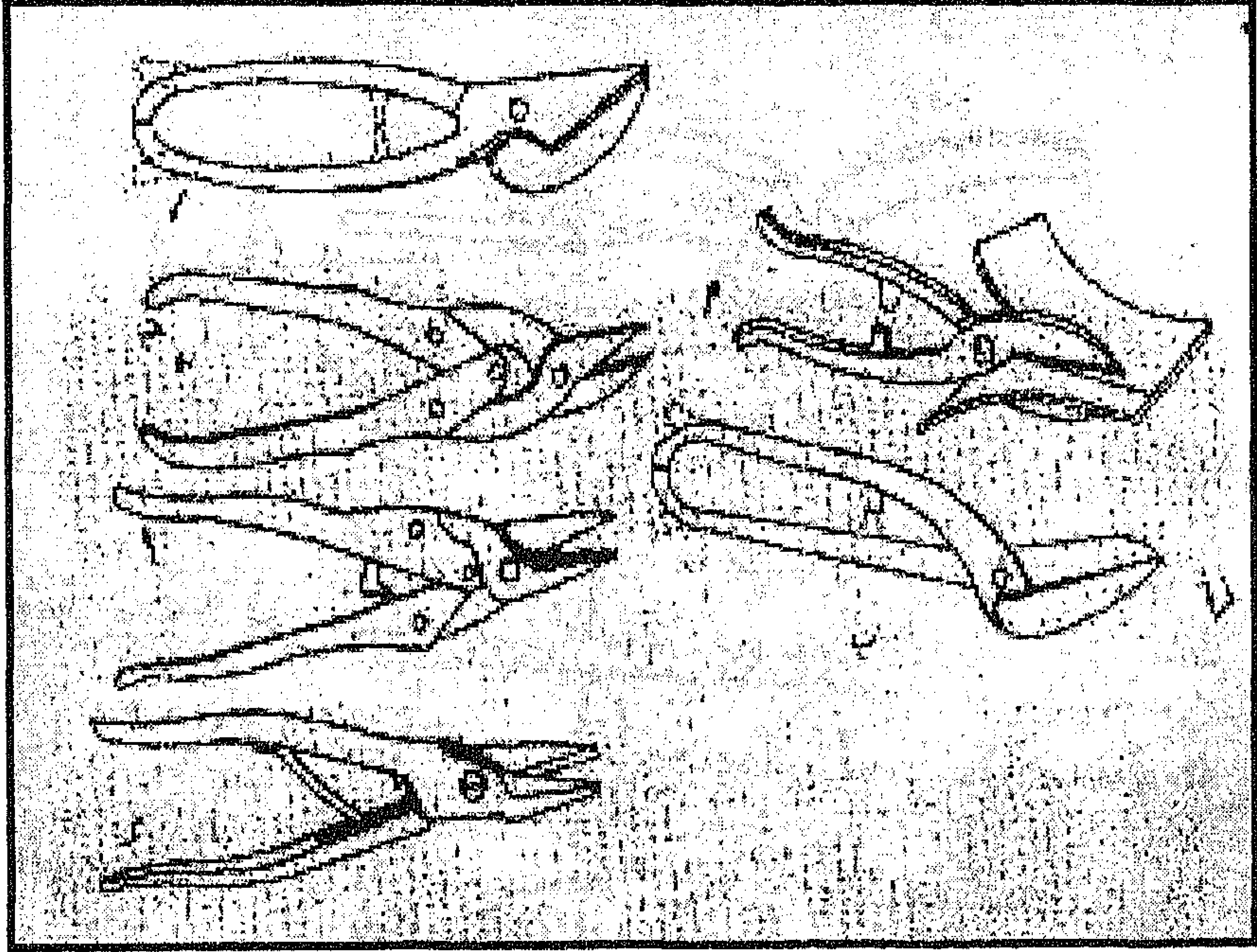
وهذه المقصات مصممة للقص الدائري والمنحنيات وخاصة في الأماكن الضيقة والتي يصعب الوصول إليها الشكل (ب – 19).

المقصات لقص المنحنيات والمستقيمات:

وهذه الأنواع تستعمل للقص المستقيم والمنحنيات، الشكل (ج – 19).

المقصات المركبة:

وهذه الأنواع من المقصات مصممة لزيادة الضغط عند حافات القص الشكل (د – 19).



شكل(19)أنواع المقصات

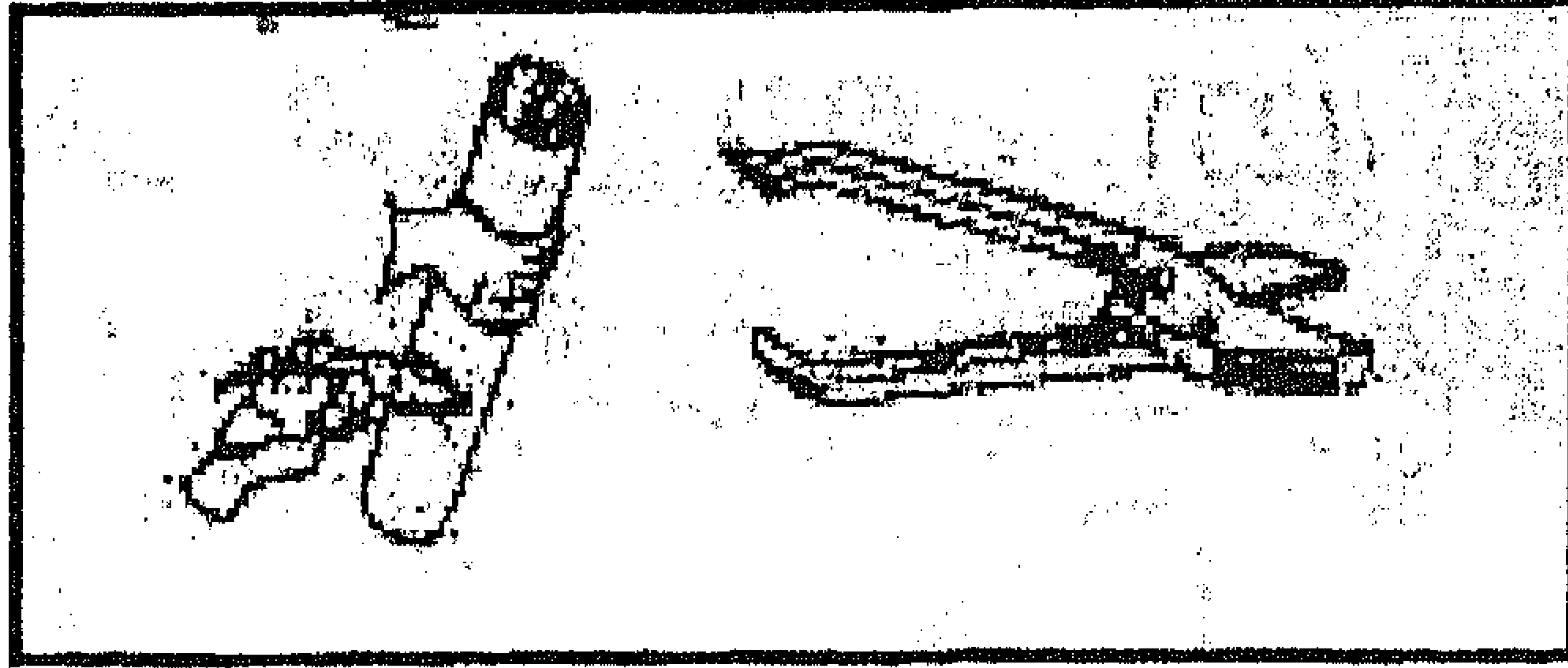
مقصات الثقوب:

وهي مقصات يكون الحد القاطع فيها مائلاً بدرجة 45 وتستعمل لقص المناطق الداخلية وهي تعطي حرية كافية لاستمرار القص.

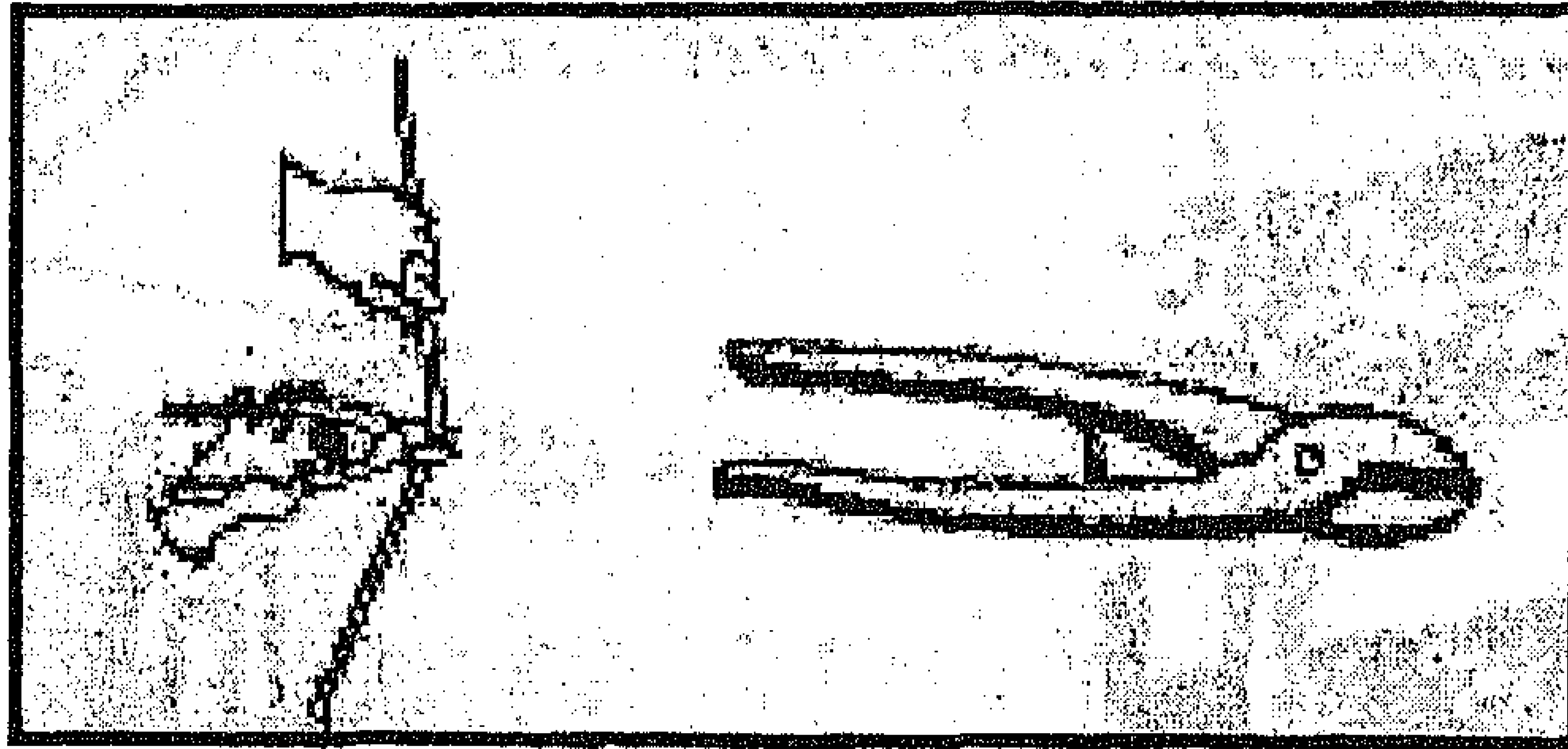
مقصات منقار الصقر:

وحدا هذه المقصات يشبهان منقار الصقر. والأشكال من (19) إلى (21) توضح أنواع أخرى للمقصات، حيث تستعمل لنفس الأغراض التي سبق شرحها كقطع الأنابيب أو أشكال مشابهة من الصفيح يستخدم المقص الموضح في الشكل (19) والقطع يتم بعد الحز.

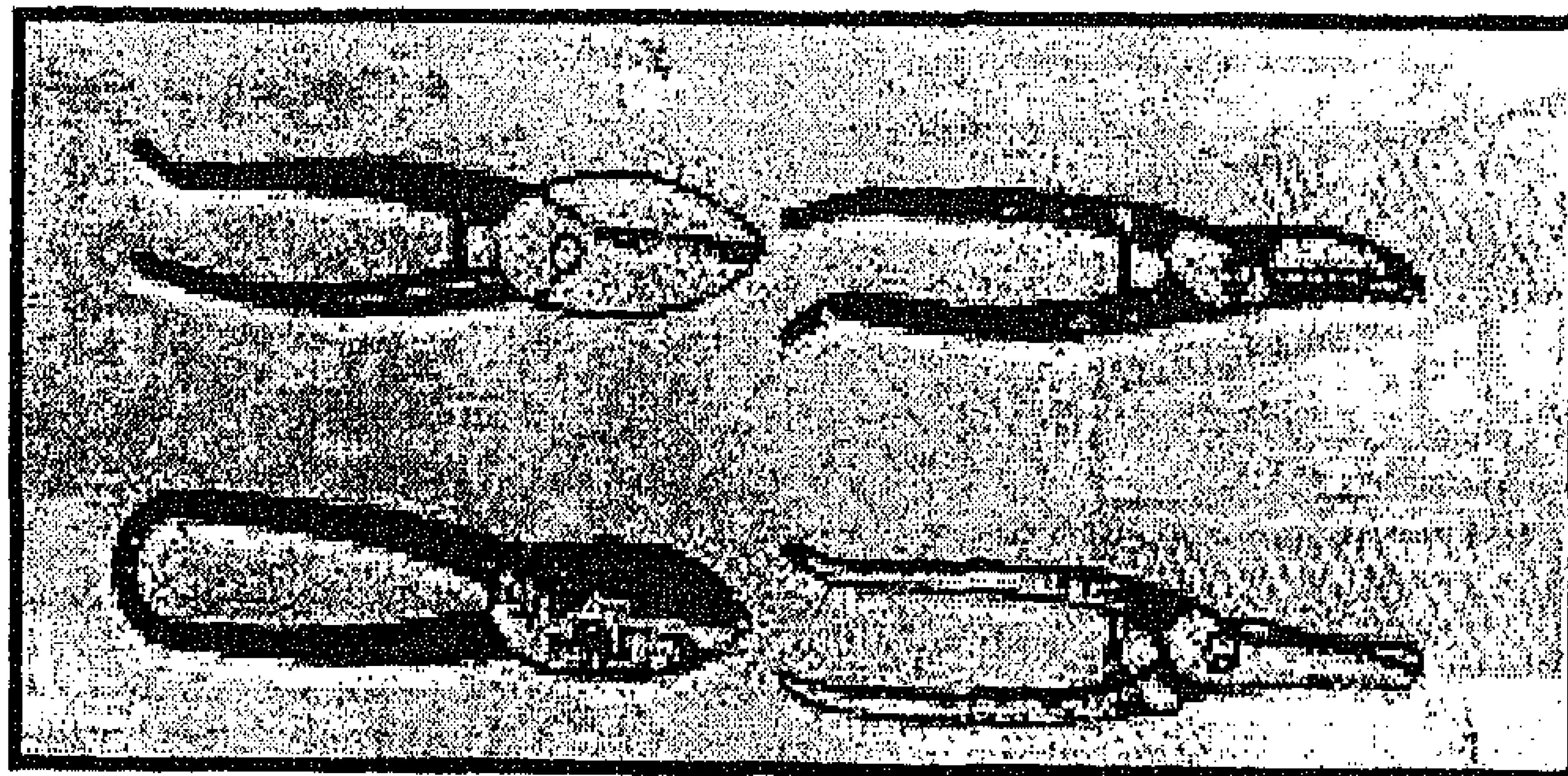
ولقطع الأسلاك يستعمل المقص الموضح في الشكل (20).



شكل (19) مقص الأنابيب



شكل (20) مقص الاسلاك



شكل (21)

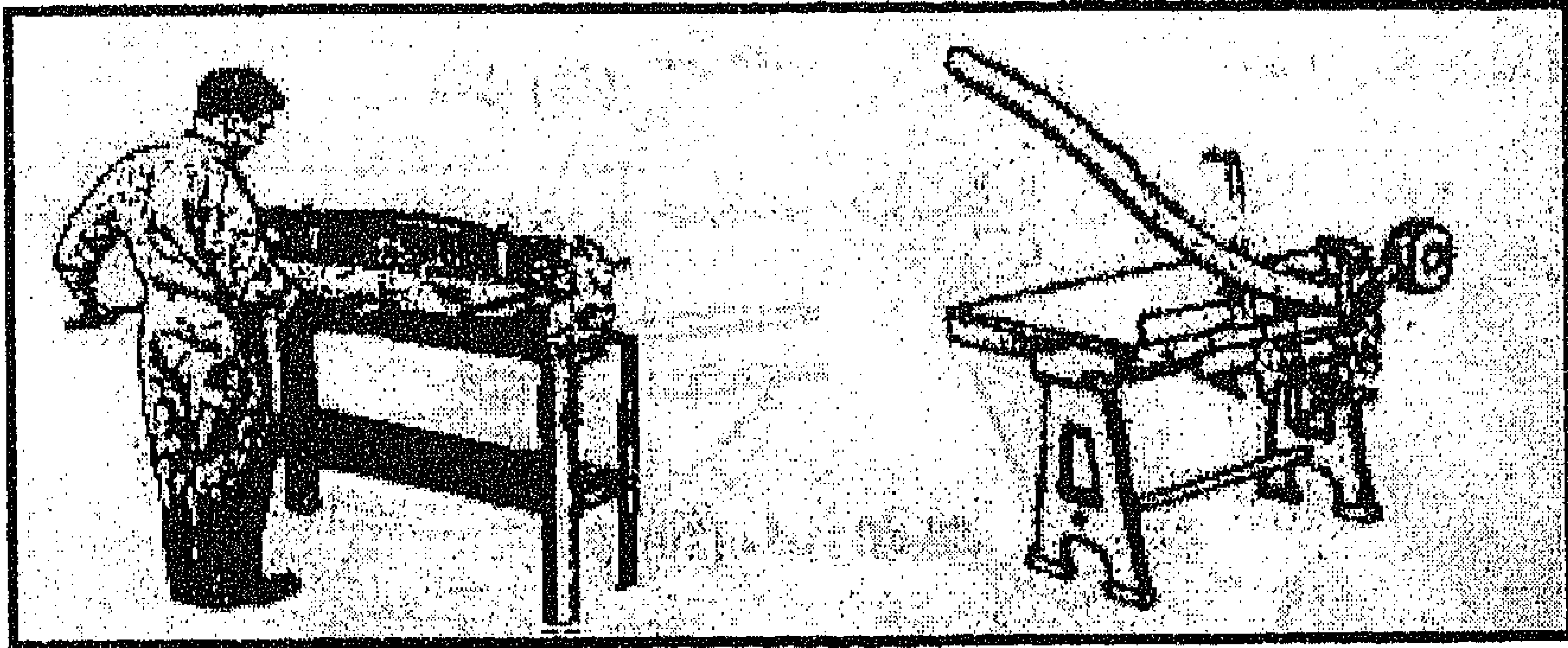
أنواع أخرى من المقصات تستعمل لنفس الأغراض السابقة:

المقصات الآلية:

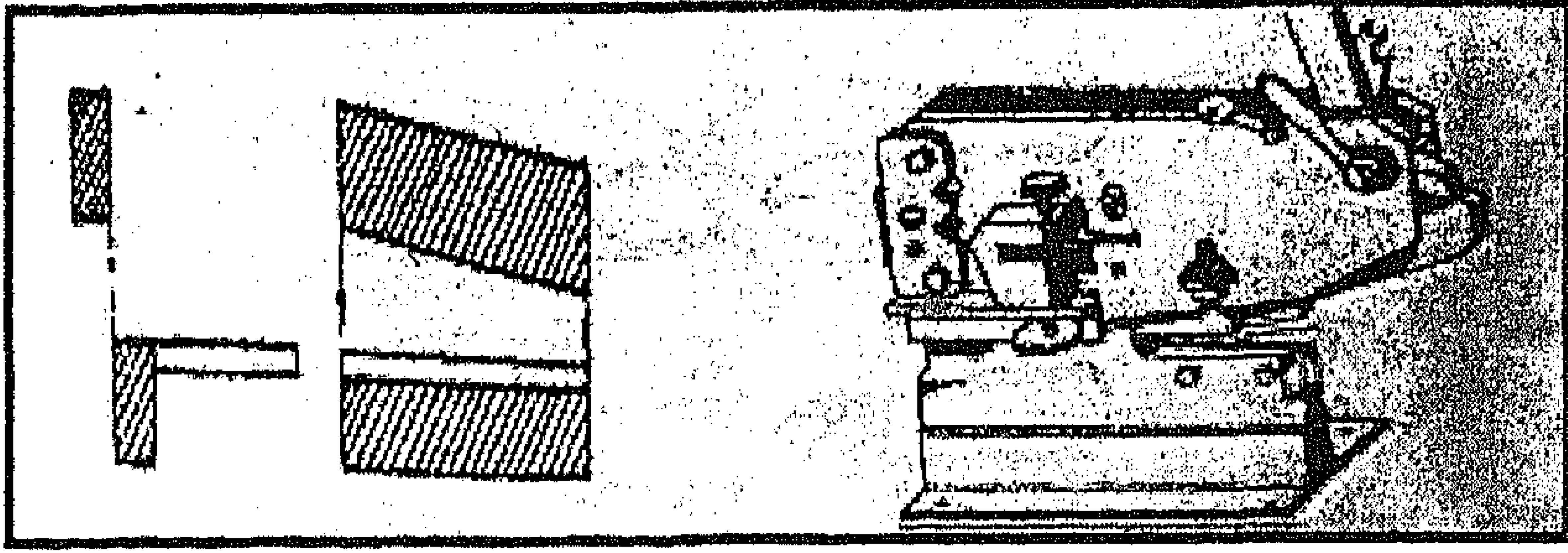
وتستعمل هذه المقصات في أكثر الأحيان لقص أشكال معينة من المعدن قصاً مستمراً وتكون إما يدوية أو هيدروليكية.

المقصات الآلية اليدوية:

تستعمل هذه المقصات عادة في القص الطويل وبحدود أكبر من السابقة وسمك أكثر نسبياً و تكون السيطرة بوساطة اليد حيث يمسك الذراع ويحرك إلى الأعلى وتوضع القطعة المراد قصها في المكان المحدد لها ويحرك الذراع بواسطة اليد إلى الأسفل فتتم عملية القص، وقد تتطلب العملية عدة مراحل للقص، كما في الشكلين المرقمين (22) و (23)، ويمكن قص القضبان والصفائح وحديد الزاوية ويوضح الشكل (24) أحد أنواع هذه المقصات والشكل (25) يبين حافات القطع.



شكل (22) تخطيط لمقص يدوي شكل (23) مقص يدوي

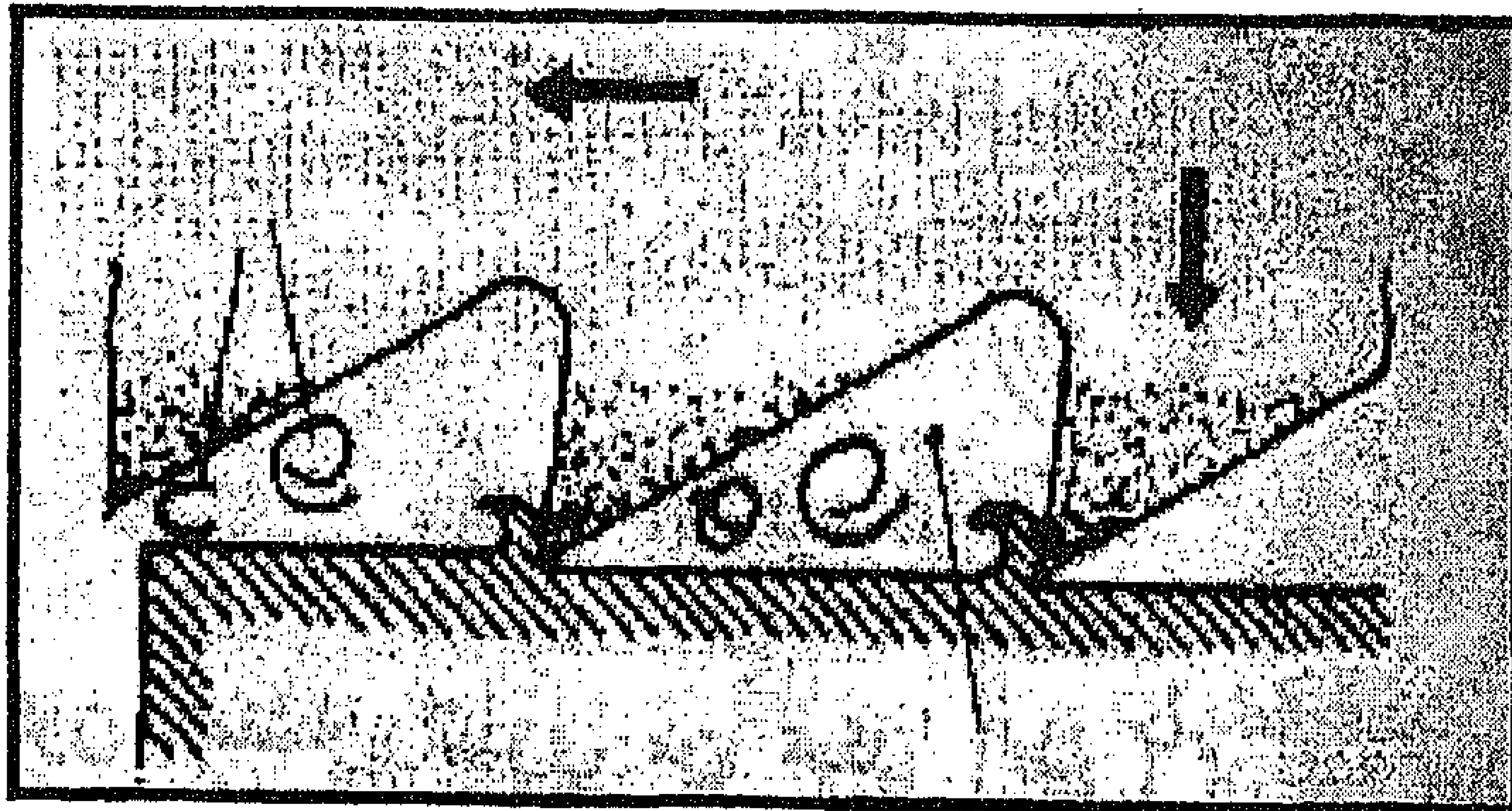


شكل (24) مقص الرافع اليدوي المركب شكل (25) حافات القطع

عملية النشر:

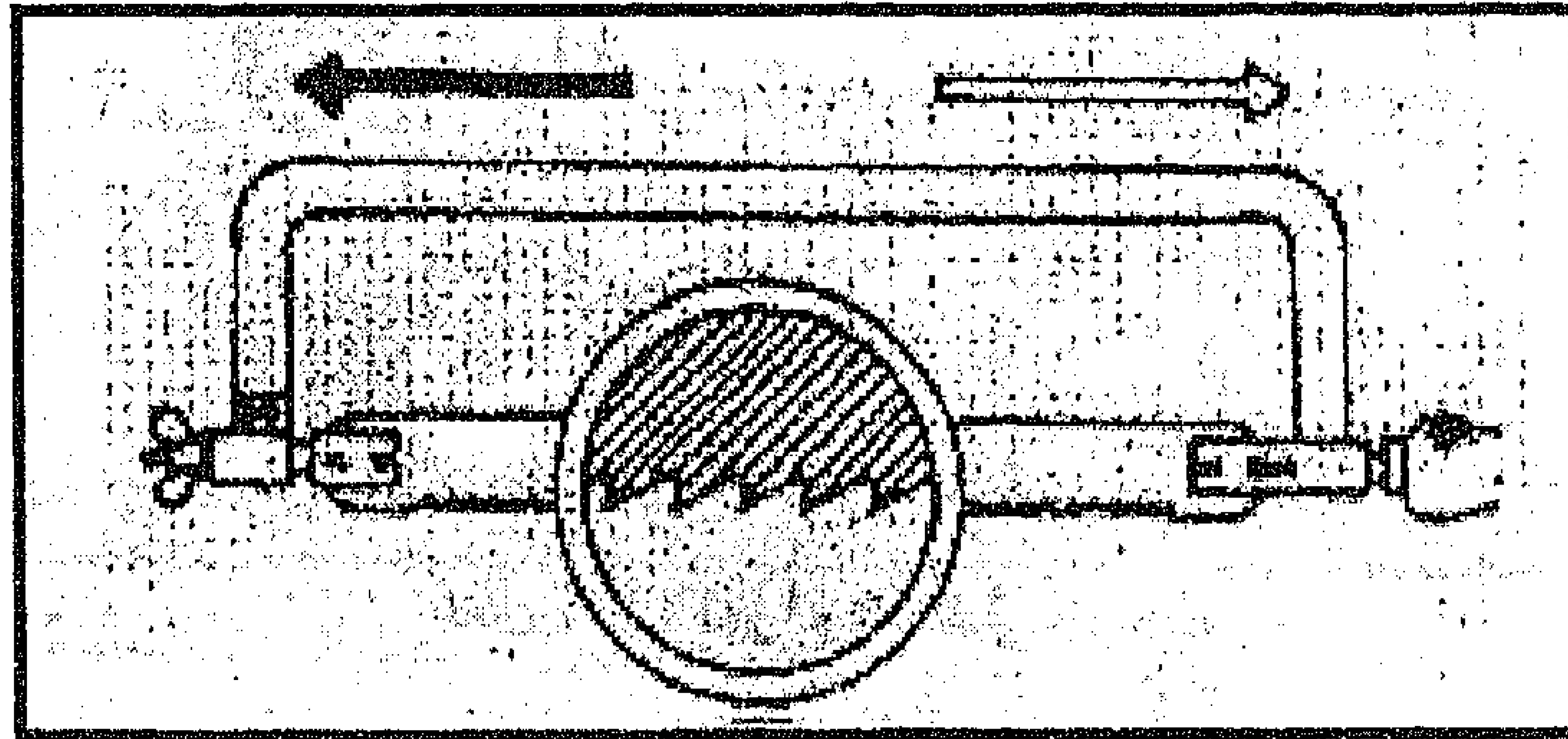
هي عملية فصل الأجزاء عن بعضها البعض بإزالة المعدن من الحيز الضيق الذي يجري فيه المنشار، وتعتمد عملية النشر اليدوي على القوة العضلية للعامل مع مراعاة قيادة سلاح المنشار في مستوى ثابت والضغط على السلاح أثناء الحركة الأمامية له كما في الشكل (26)، (27)، حيث تقوم أسنان المنشار بإزالة المعدن على هيئة رايش (أو شظايا صغيرة).

ويزال الضغط في مشوار الرجوع بدون رفع المنشار، وتصدر حركة المنشار من الذراعين ويساعدها حركة مناسبة من الجسم و هذا يتطلب وضعاً وبعداً صحيحين للجسم من الشغلة.



شكل (26) عملية النشر

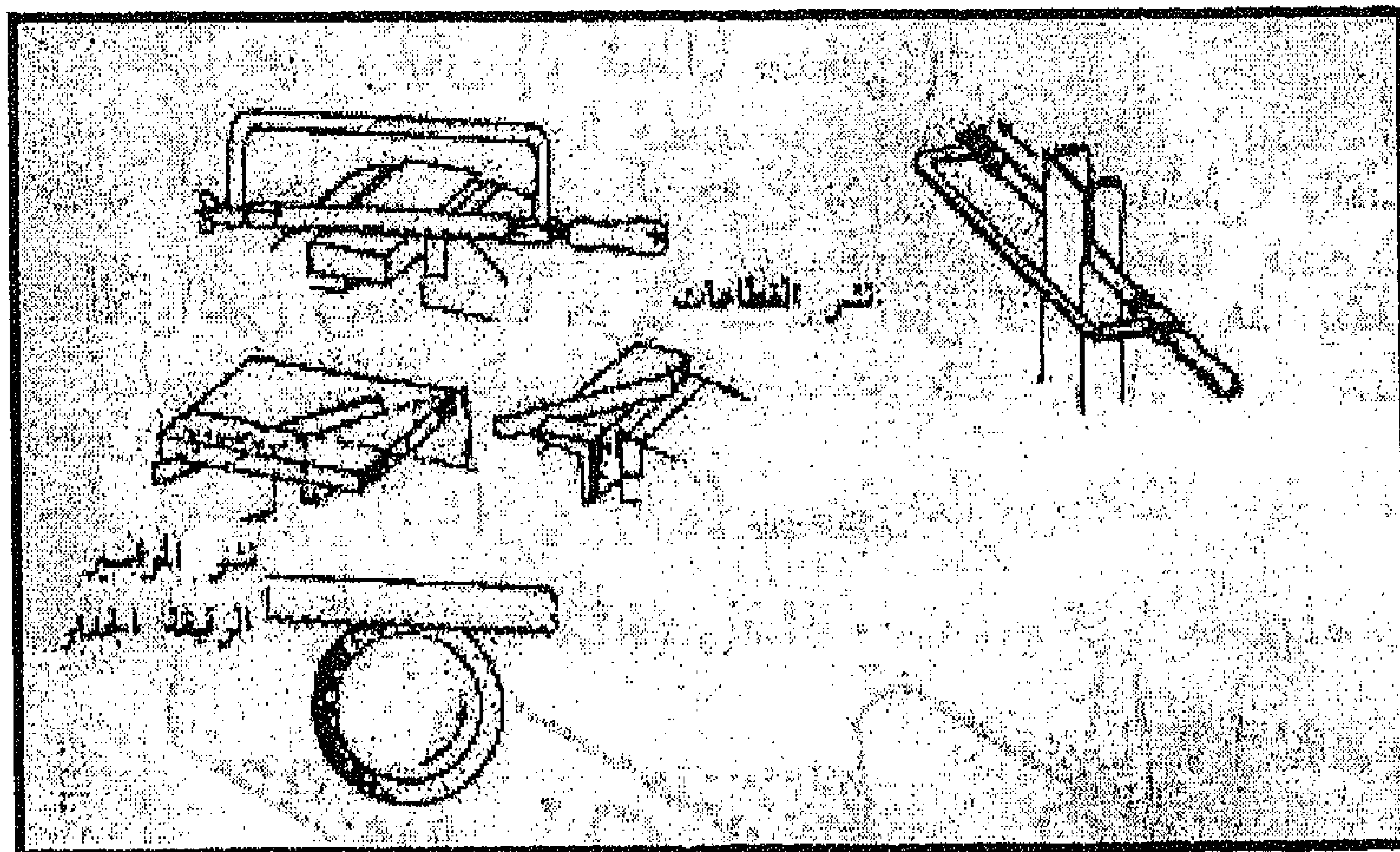
وتتم عملية النشر بطريقتين، إما بطريقة يدوية كاستعمال المناشر اليدوية، أو بطريقة آلية.



شكل (27) طريقة استعمال المنشار اليدوي

ويستخدم النشر في قطع الأعمدة والقضبان وعمل مجار وفتحات بالشغلة، وكذلك لفصل الأجزاء الزائدة، بعد تحديد مكان النشر بالتخطيط، ويوضح الشكل (28) أمثلة لعملية النشر.

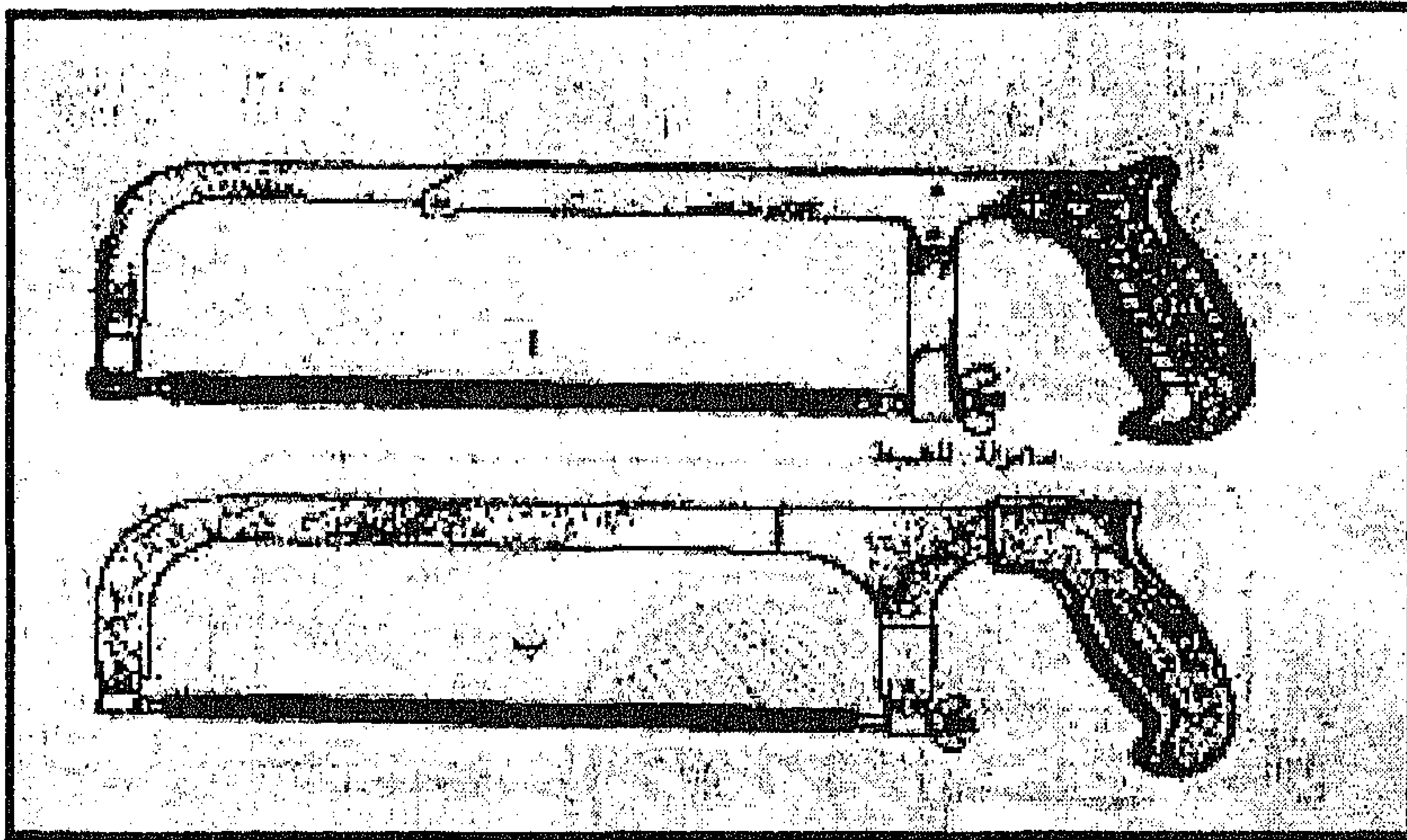
ويستخدم المنشار اليدوي في عملية النشر اليدوية والذي يتعدد بأنواعه وذلك تبعاً لاستعمالاته.



شكل (28)

أمثلة لعملية النشر :

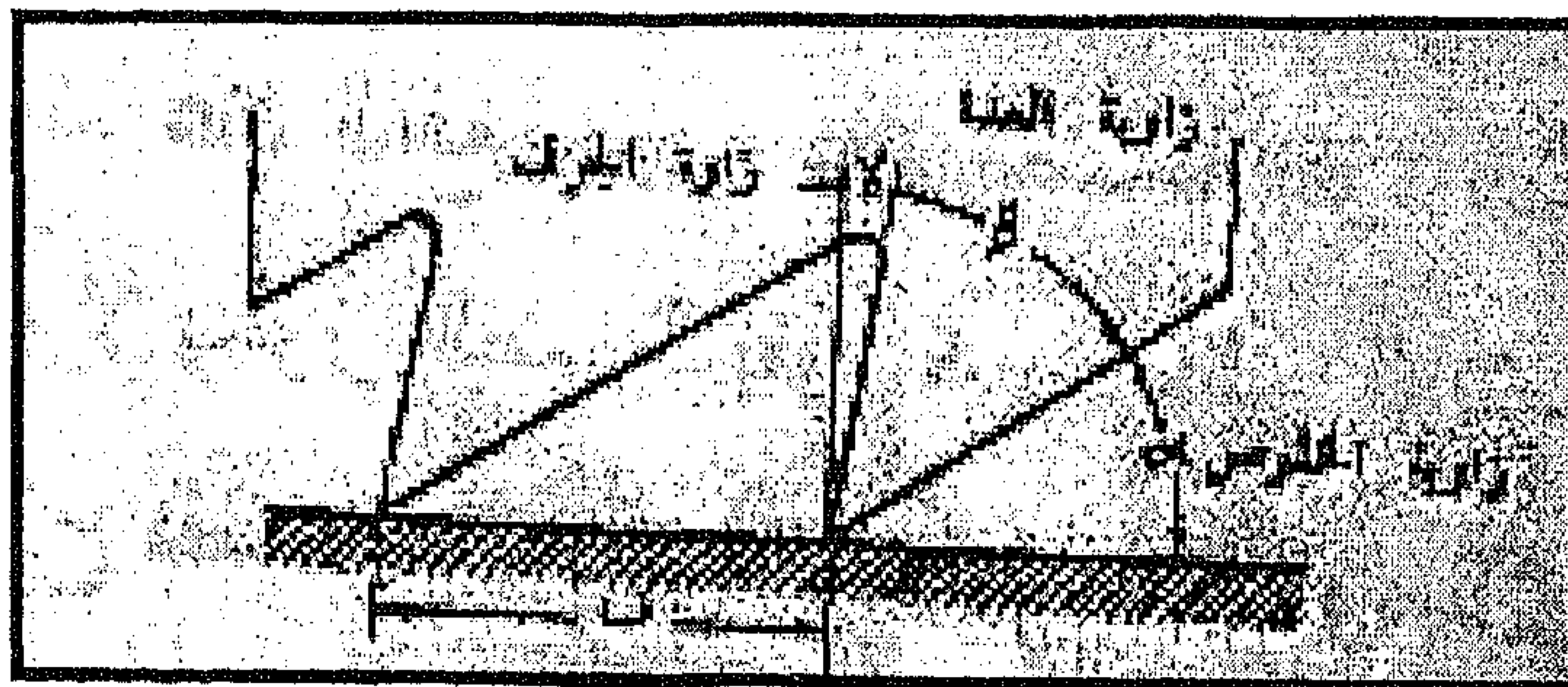
ويتكون المنشار اليدوي من هيكل (إطار) يركب سلاح المنشارين نهايته. شكل (29).



شكل (29) أجزاء المنشار بنوعية

زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي:

يلاحظ في الشكل (30) زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي وفيه زاوية الخلوص وزاوية العدة وزاوية الجرف.



شكل (30)زوايا القطع لسلاح المنشار اليدوي

يتوقف اختيار قيمة هذه الزوايا على نوع المادة المقطوعة، وجودة القطع وأسنان سلاح المنشار الاعتيادي فيها زاوية للخلوص α وزاوية العدة β وزاوية الجرف γ وتتراوح قيم هذه الزوايا بين:

- الخلوص 30- 33
- الجرف 5- 7
- العدة 50- 55

عدد الأسنان بوحدة الطول:

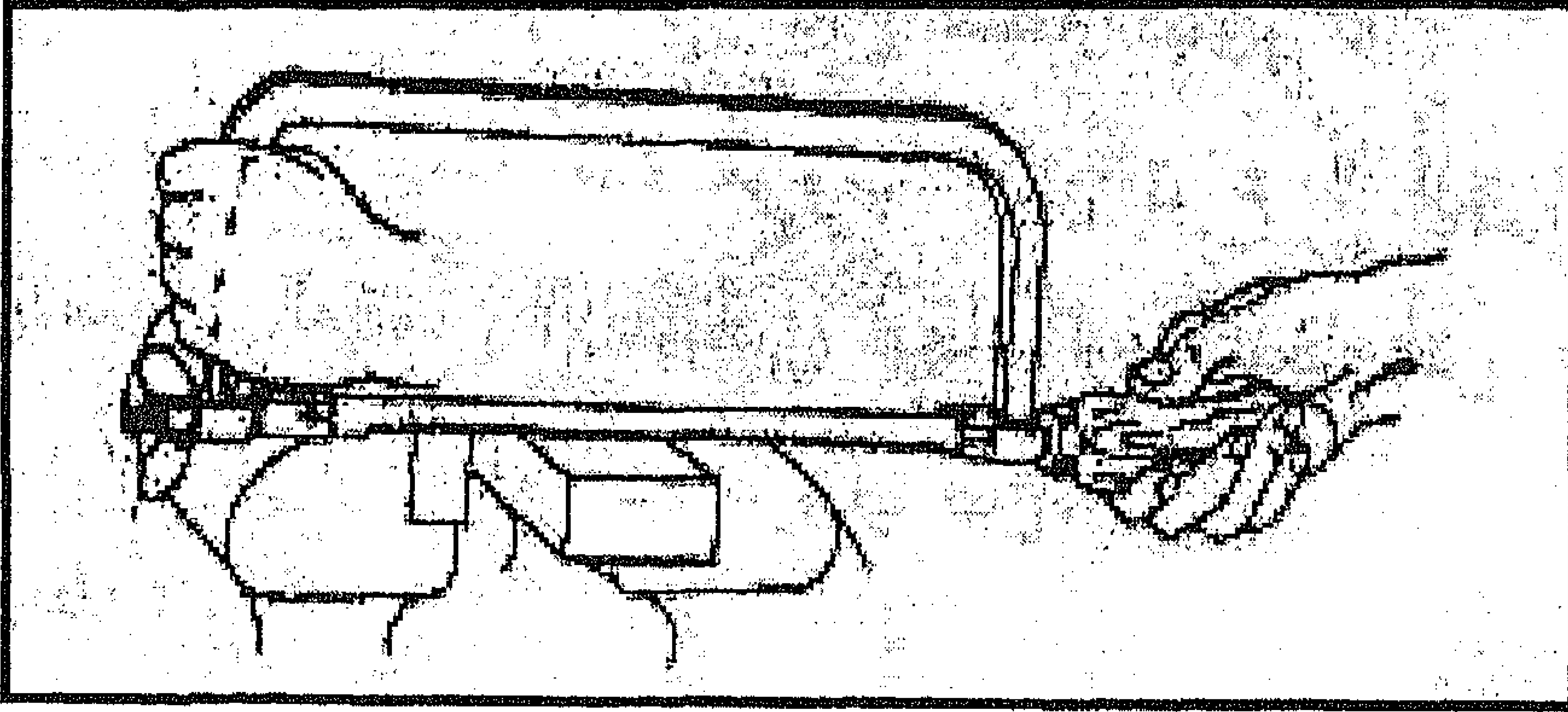
تتباين أسلحة المناشير اليدوية من حيث عدد الأسنان بكل وحدة طولية، ويمكن تقسيم الأسلحة فيما يختص بهذه الصفة إلى أنواع ثلاثة نبينها فيما يلي:

النسبة	عدد الأسنان لكل 25 ملم طول	مجال الاستعمال
خشن	14- 16	نشر المواد
متوسط	22	نشر الصلب الإنشائي العادي، والحديد الزهر والمعادن غير الحديدية المتوسطة الصلادة.
دقيق	32	نشر المواد الصلدة كالصلب العالي الكربون (صلب العدة)

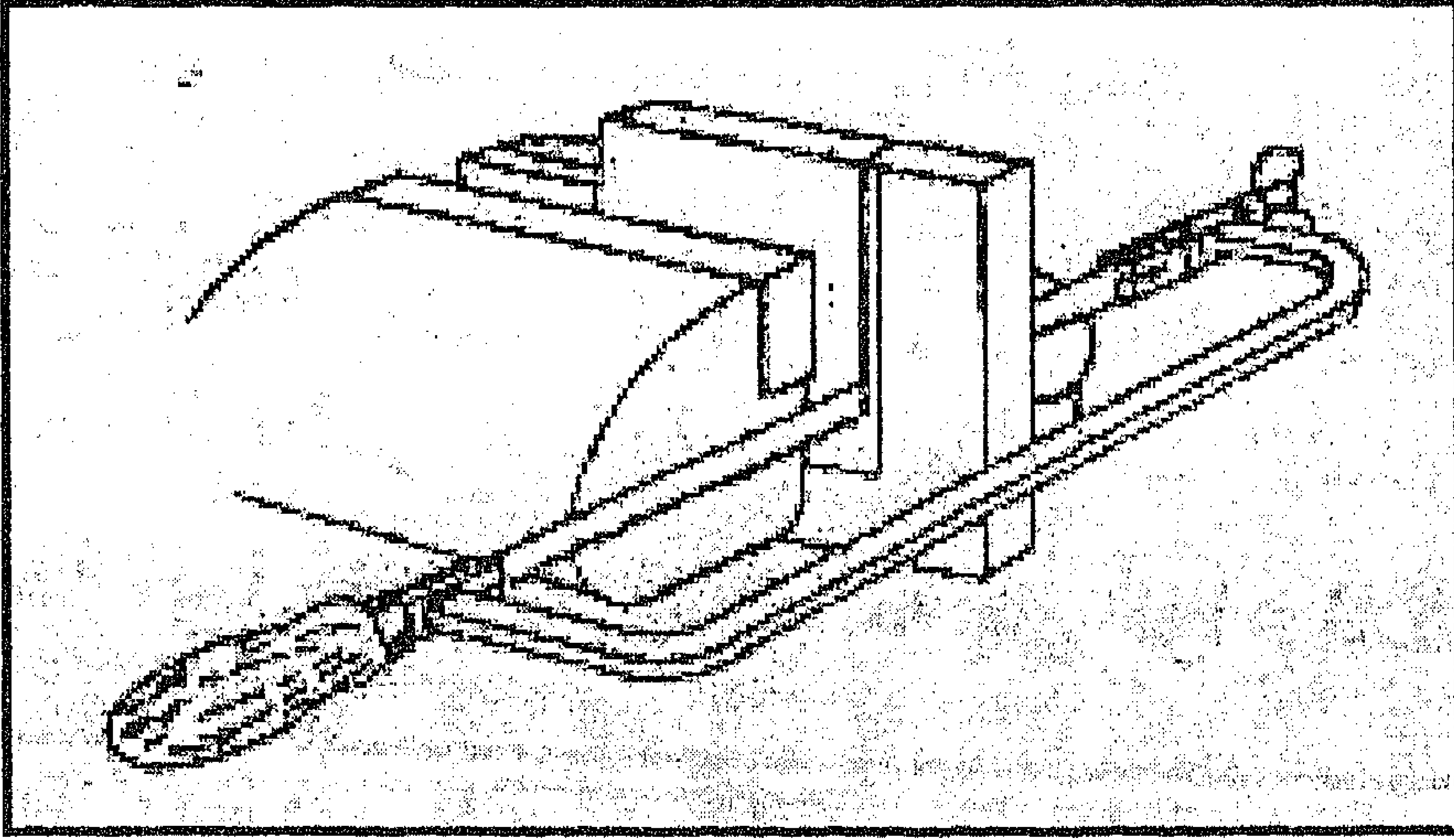
طريقة استعمال المنشار اليدوي:

يمسك المقبض في اليد اليمنى ورأس إطار المنشار في اليد اليسرى كما في الشكل (31) ويكون المشوار على طول السلاح.

القطع يتم عند الدفع، يجب عدم الضغط بقوة عند رجوع المنشار ورفعه قليلاً إلى أعلى و لا يجوز الضغط بقوة كبيرة على المنشار لأن ذلك يسبب كسر الأسنان أو السلاح نفسه إذا كانت القطعة سميكة ووصل ظهر إطار المنشار لها فيجب وضع الإطار بصورة أفقية وتكملة النشر الشكل (32).



شكل (31) طريقة استعمال المنشار اليدوي



شكل (32)

طريقة الانتهاء من نشر قطعة سميكة

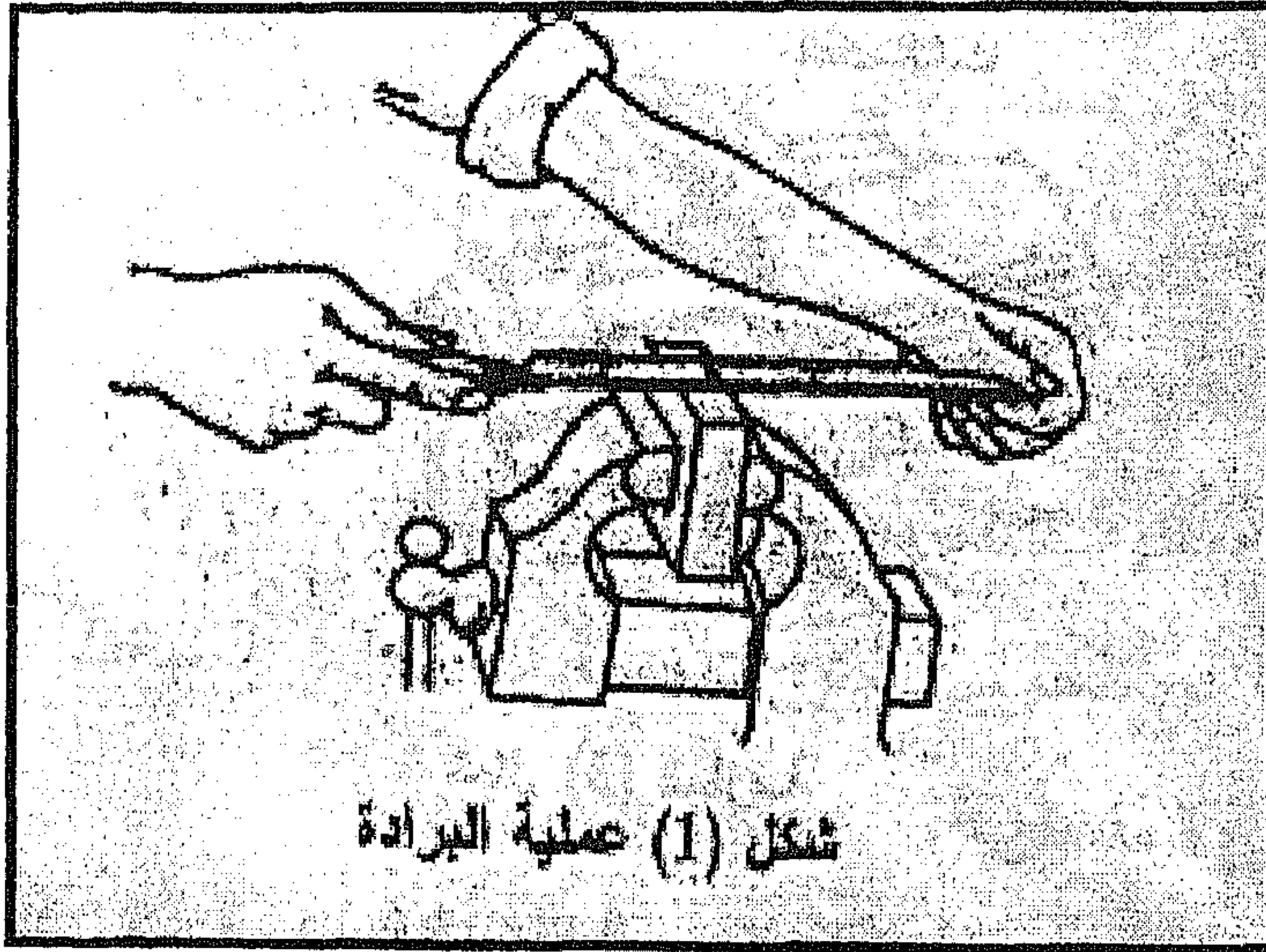
الوحدة الرابعة

البرادة

البرادة:

عملية البرادة عبارة عن إزالة أجزاء من الشغلة المراد بردها وتكون هذه الأجزاء على شكل رايش صغير يعرف بالبرادة.

ويستخدم المبرد في عملية البرادة وهو عبارة عن آلة للقطع، يحتوي على أسنان تشبه الأجنات في تركيبها، مرتبة بنظام خاص يساعد على تسوية السطح شكل (1).


شكل (1) عملية البرادة

شكل (1) عملية البرادة

تجري عملية البرادة اليدوية بتحريك المبرد حركة خطية ترددية ويكون الضغط عليه عند الدفع للأمام (مشوار القطع) ثم سحبه إلى الوراء دون ضغط (مشوار الرجوع)، وتتجمع البرادة في الفراغات بين الحدود القاطعة للأسنان ومن ثم تأخذ طريقها إلى حافات الشغلة كما في الشكل (2).

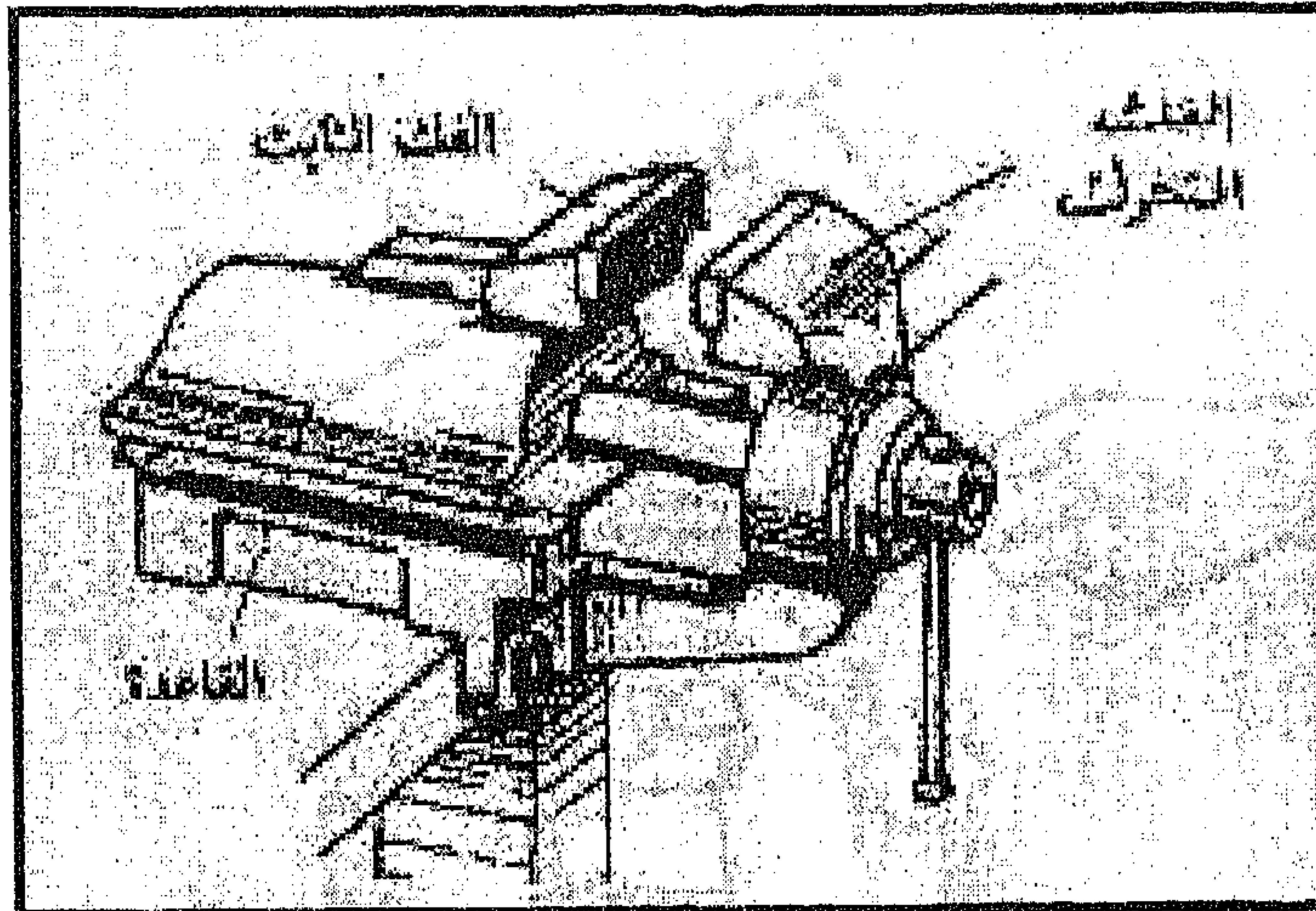


شكل (2) عملية القطع

الملزمة Vise:

تصنع الملزمة من الحديد الزهر أو الصلب المسبوك ويتحدد مقاسها بعرض فكيها والذي يتراوح من 50 إلى 200 مليمتر.

والفكان إحداهما ثابت والآخر متحرك وكلا الفكين يصنع من الصلب المقسى وهما متوازيان وسطحاهما الملاصقان للشغلة خشنان ليكون التثبيت جيداً. كما في الشكل (3).

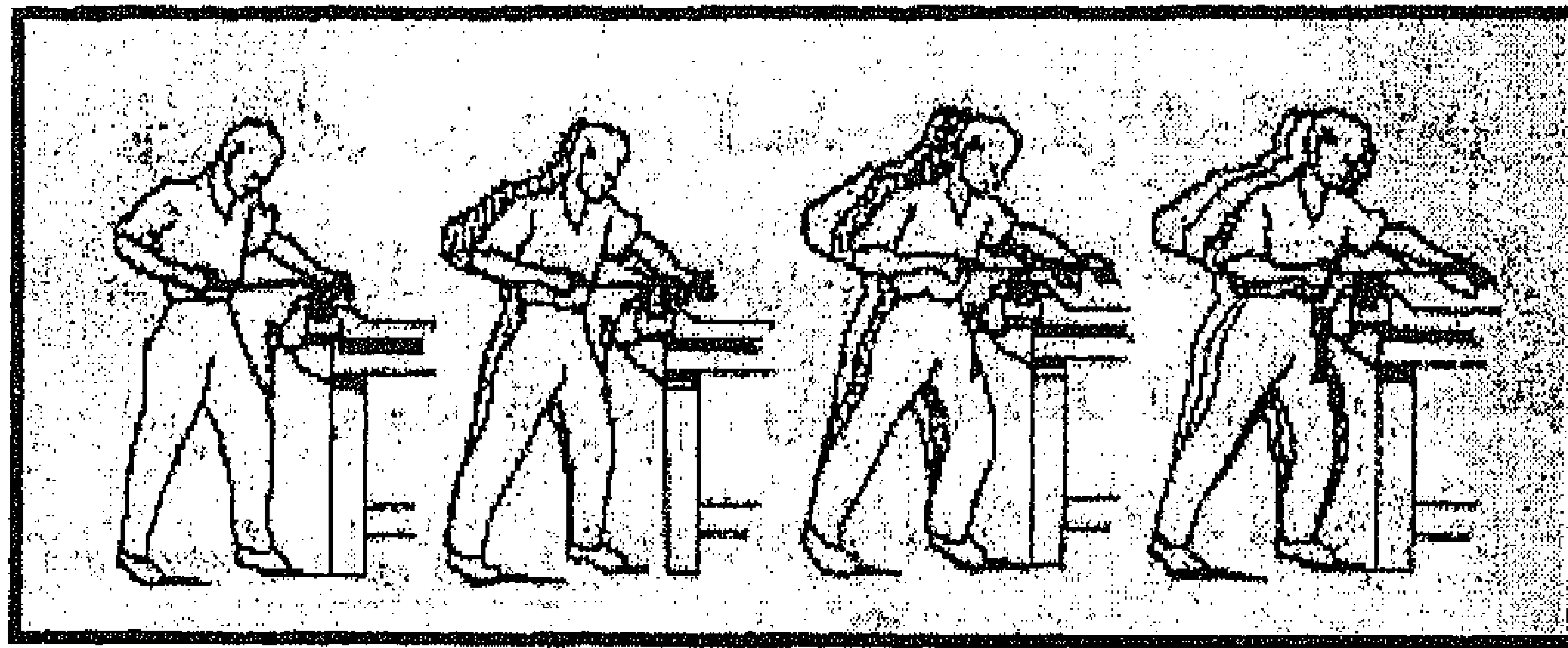


شكل (3) الملزمة

عند تثبيت المشغولات التي تكون من معدن طري أو التي تم تشطيب سطوحها التي تلامس سطحي فكي الملزمة تستخدم رقائق من مادة طرية مثل النحاس أو الألمنيوم أو الصلب الطري توضع بين سطحي الفكين وسطحي الشغلة لحماية الشغلة من الخدش وأيضاً لتحسين التثبيت.

وعند تثبيت الملزمة على حافة المنضدة يراعى أن يكون حدها الأعلى مرتفعا عن ارتفاع كوع العامل بمقدار 5 – 8 سم وإذا كانت المنجلة مرتفعة عن ذلك فيجب أن يقف العامل على قواعد خشبية توضع على أرض المعمل أما إذا كانت منخفضة فيمكن وضع قطع خشبية متينة تحتها.

الطريقة الصحيحة للبرادة:



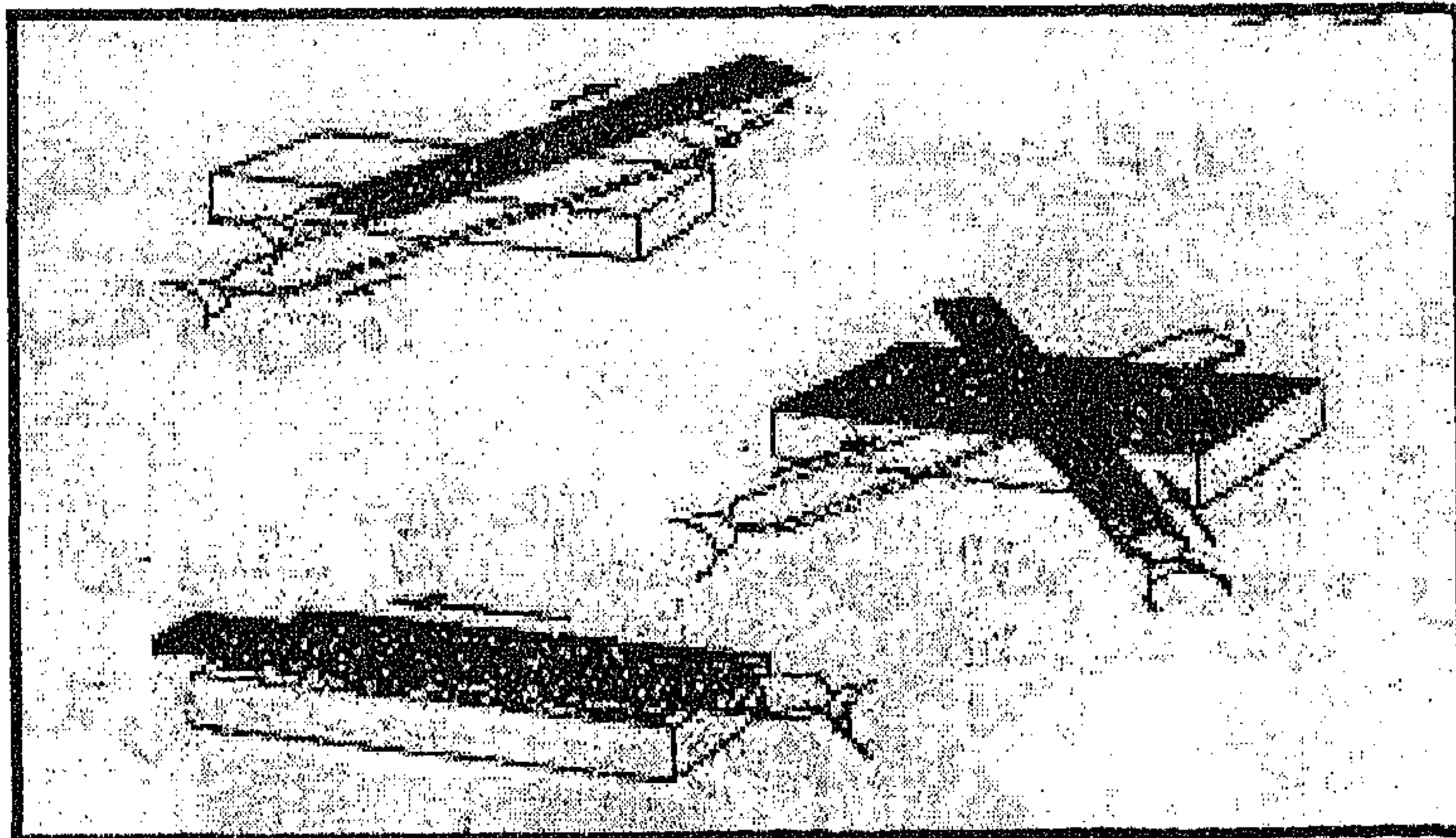
1. يجب أن يستند ثقل الجسم على القدم الأيسر، والساق اليمنى تبقى مستقيمة والأقدام ثابتة.
2. يكون البرد على طول المبرد.
3. حركة البرادة تتم بحركة الأذرع والجسم.
4. لتحريك المبرد بصورة مستقيمة يجب الضغط على طرفي المبرد بصورة متساوية.
5. سرعة البرد تتراوح ما بين 45- 55 مشواراً في الدقيقة.

أساليب البرادة:

1. البرادة الطويلة: وبها يدفع المبرد في الاتجاه الطولي له أو مائلاً في اتجاه الشغلة وتكون أكثرية المبارد مصممة بهذه الطريقة، حيث تكون القطع أو المشوار الأمامي.
2. البرادة العرضية: وبها يمسك المبرد بطرفيه على الشغلة بصورة عرضية وينتج من ذلك نعومة أكثر من البرادة الطولية وخصوصاً إذا اختير مبرد مناسب للشغلة.
3. البرادة المائلة: يسحب المبرد بصورة جانبية للحصول على كمية متساوية من الرايش كما في الشكل (5).

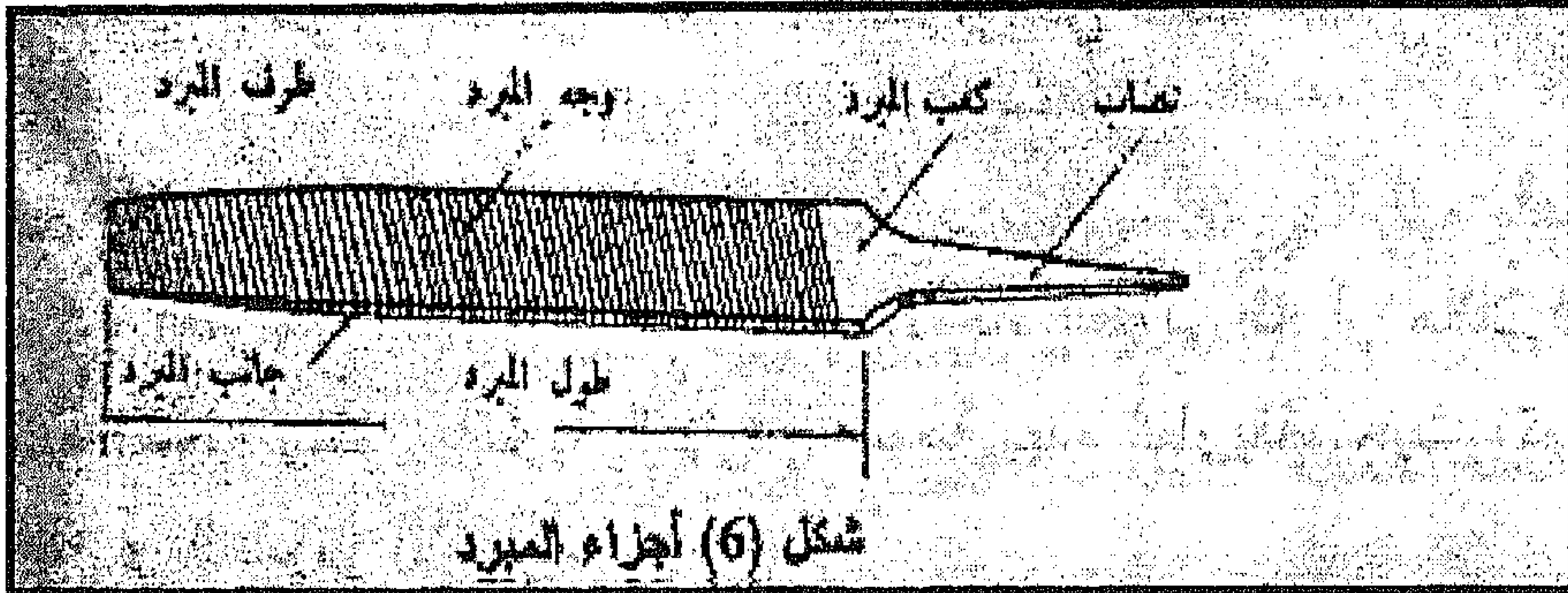
عند التأكد من تساوي السطح نبرد في اتجاه معاكس في ظهر ظل البرادة بصورة متقاطعة والجهة التي لم يظهر فيها الظل تكون غير متساوية.

البرادة باتجاه العرض، وذلك بضغط المبرد من الجهتين بصورة متساوية نحصل على برادة ناعمة.



المبارد Files:

تصنع المبارد بأشكال وأنواع كثيرة ومقاسات مختلفة لتناسب عملية التشغيل المطلوبة من حيث شكل السطح المراد برده ودرجة صلادته ودرجة النعومة المطلوبة. ويبين الشكل (6) أجزاء المبرد.



شكل (6) أجزاء المبرد

وتتخذ مواصفات المبرد كالآتي:

1. طول المبرد.
2. شكل المقطع.
3. نوع الأسنان.
4. عدد الأسنان في وحدة الطول.

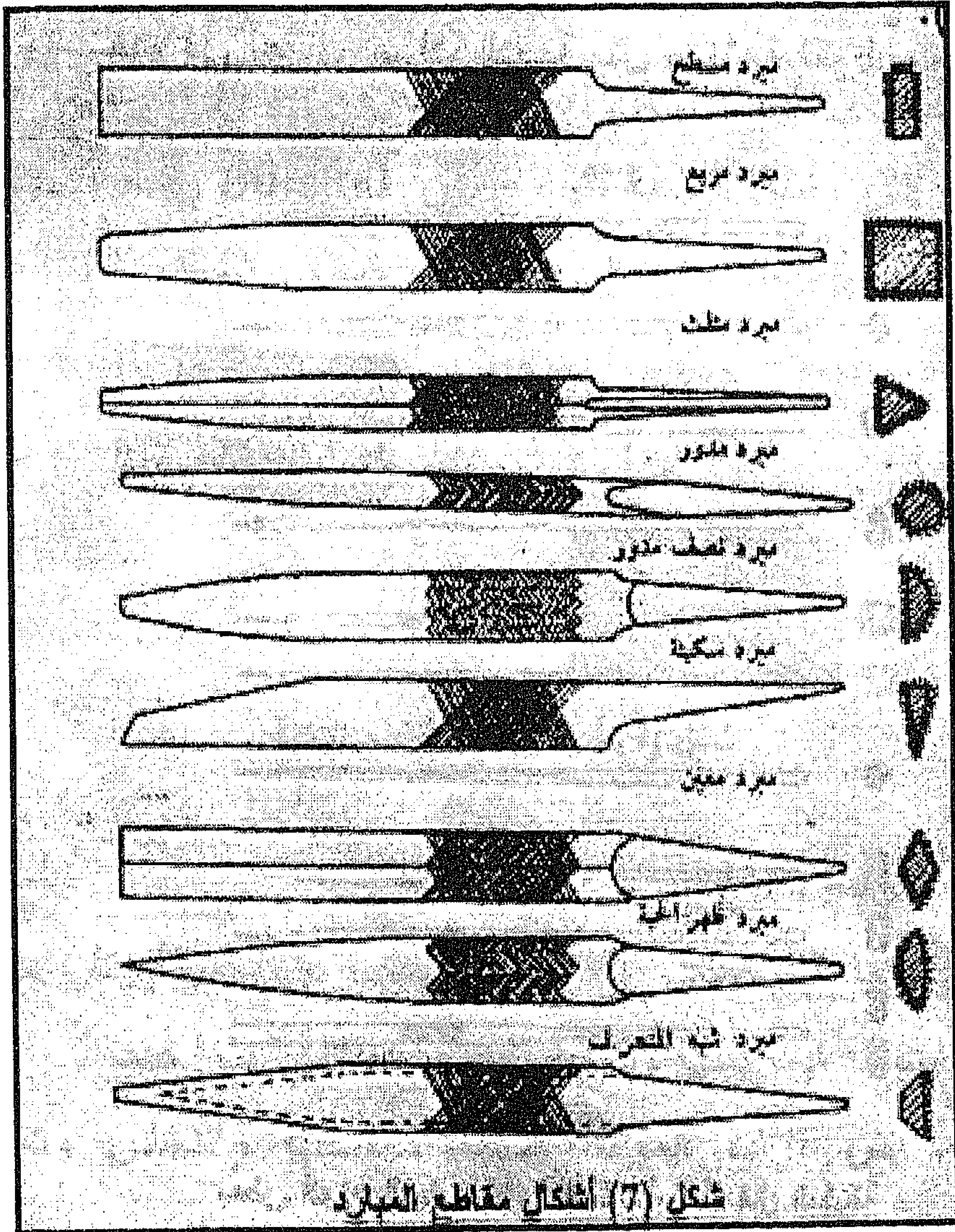
طول المبرد:

والمقصود به طول الجزء الذي به أسنان أي طول الجزء القاطع بعد استبعاد المقبض.

وتنتج المبارد بأطوال مختلفة تتراوح من 80- 450 ملم أما النصاب فهو جزء المبرد الذي يثبت في المقبض الخشبي.

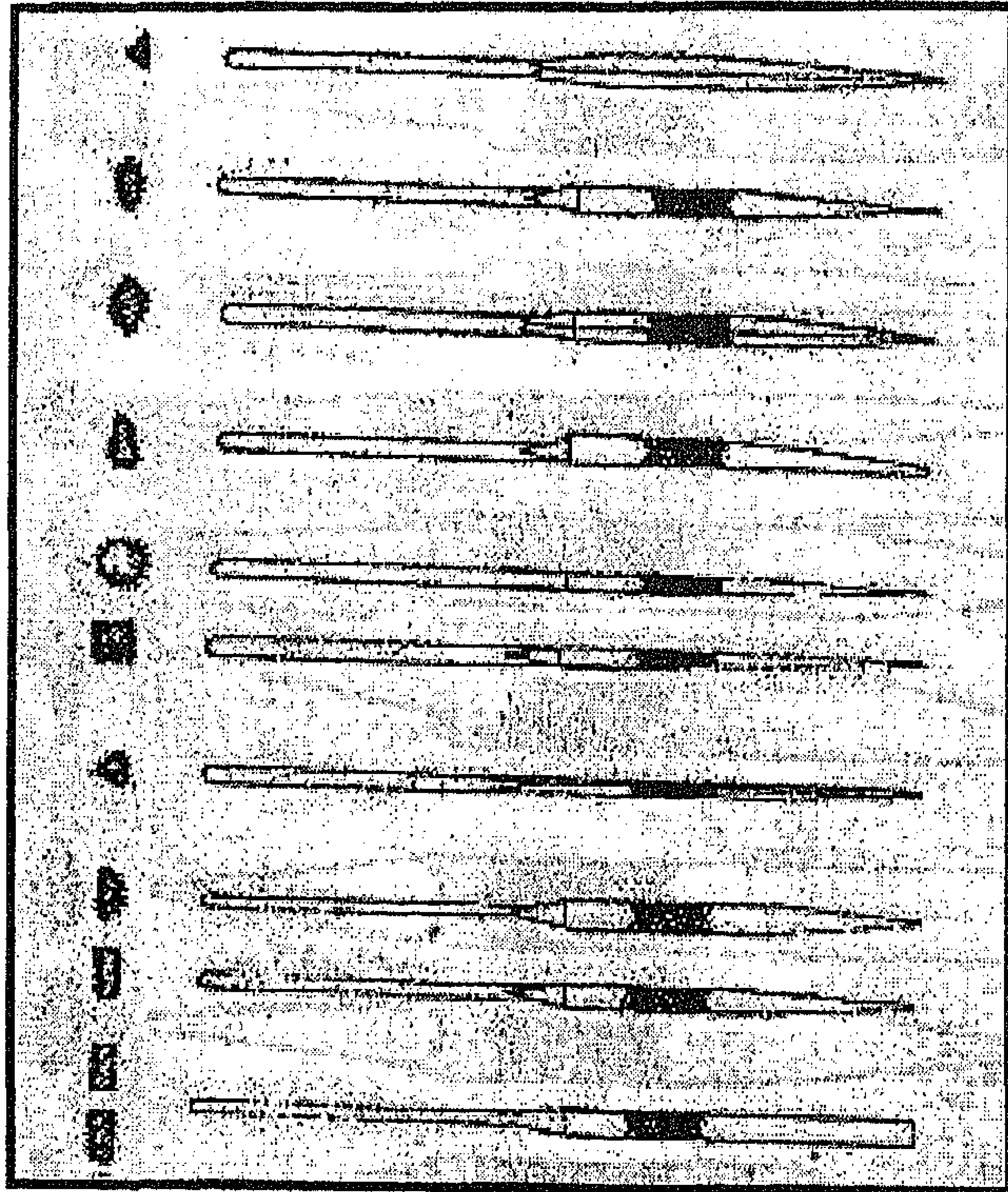
شكل المقطع :

من ناحية شكل المقطع يوجد المبرد المستوي والمستدير ونصف المستدير والمربع والمثلث، ومبرد السكينة، وهذه هي أكثر الأنواع استعمالاً وكما في الشكل (7).



شكل (7) أشكال مقاطع المبارد

ويستخدم المبرد المستوي في تسوية الأسطح المستوية وفي الأعمال العامة مثل إزالة النتوءات من طرف الشغلة بالمبرد أما المبرد المستدير والنصف المستدير فيستخدم في برد الأسطح الأسطوانية الداخلية والمنحنية بحيث بحيث يكون نصف قطره أقل من نصف قطر الفتحة أو الأسطح المراد برادتها، أما المبرد المربع فيستخدم في برادة الأركان المتعامدة والمبرد المثلث في برادة الأسطح التي تكون زاوية 60 ومبرد السكينة لبرادة الأسطح التي تكون زواياه أقل من 60، كما وتوجد مبارد أخرى خاصة كما في الشكل (8) وهي مبارد صغيرة يتراوح طولها بين 50- 100 ملم وشكل مقطعها وهو نفس شكل مقاطع المبارد العادية وتمسك من النصاب أثناء استخدامها والنصاب مستدير الشكل وتستخدم في أعمال البرادة الدقيقة مثل صناعة القوالب وصناعة الساعات والجواهر.



شكل (8)

بعض أنواع المبارد الإبرة الخاصة بالأشغال الدقيقة

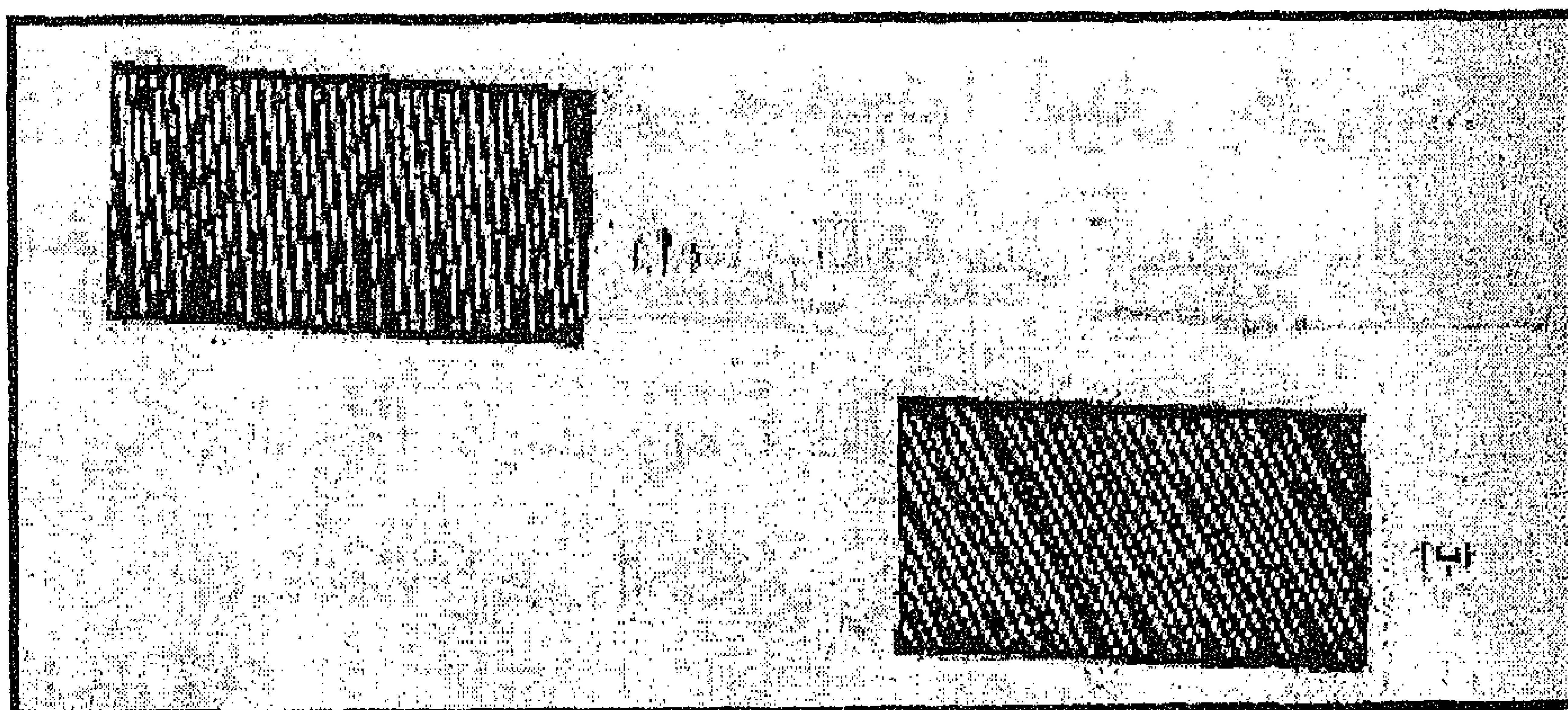
أسنان المبرد:

تقسم أسنان المبرد إلى أربعة أنواع هي:

1. أسنان مفردة القطع.
2. أسنان مزدوجة القطع.
3. أسنان محببة.
4. أسنان منحنية.
5. أسنان إبرية.

1. أسنان مفردة القطع:

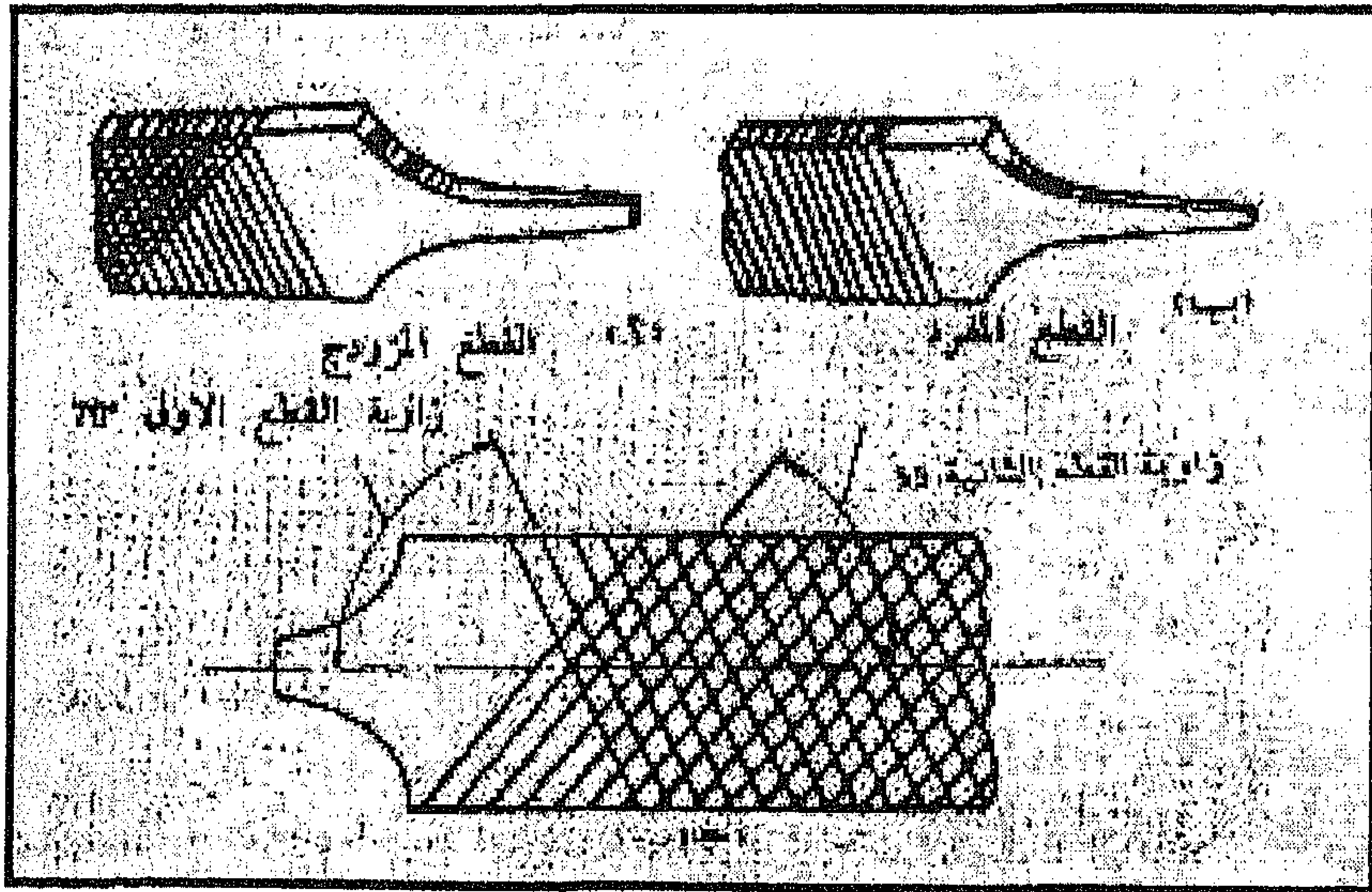
ولها مجموعة واحدة من الأسنان (الحزوز) متوازية على سطح المبرد في اتجاه العرض وتميل بزاوية تتراوح بين 60- 80 وهذه الأسنان المفردة القطع مشكلة بالطرق على جسم المبرد بالأجنة كما في الشكل (9).



شكل (9) أسنان مشكله بقطع الاجنه

2. أسنان مزدوجة القطع :

وهي كما في الشكل (أ- 10) لها مجموعتان متوازيتان من الأسنان (الحزوز) تقاطعت فيما بينها ونتيجة لتقاطع الأسنان ينتجعدد أكبر من حدود القطع يمكنها من برادة المواد الصلبة كالصلب والنحاس وتميل إحدى المجموعتين بزاوية 55 مع محور المبرد وتميل الأخرى 70، الأمر الذي يجعل الأسنان مرتبة خلف بعضها بنظام خاص بحيث يمكن كل واحدة من الأسنان إزالة جزء من المعدن الذي لم يزل بواسطة الأسنان السابقة كما في الشكل (ج- 10).



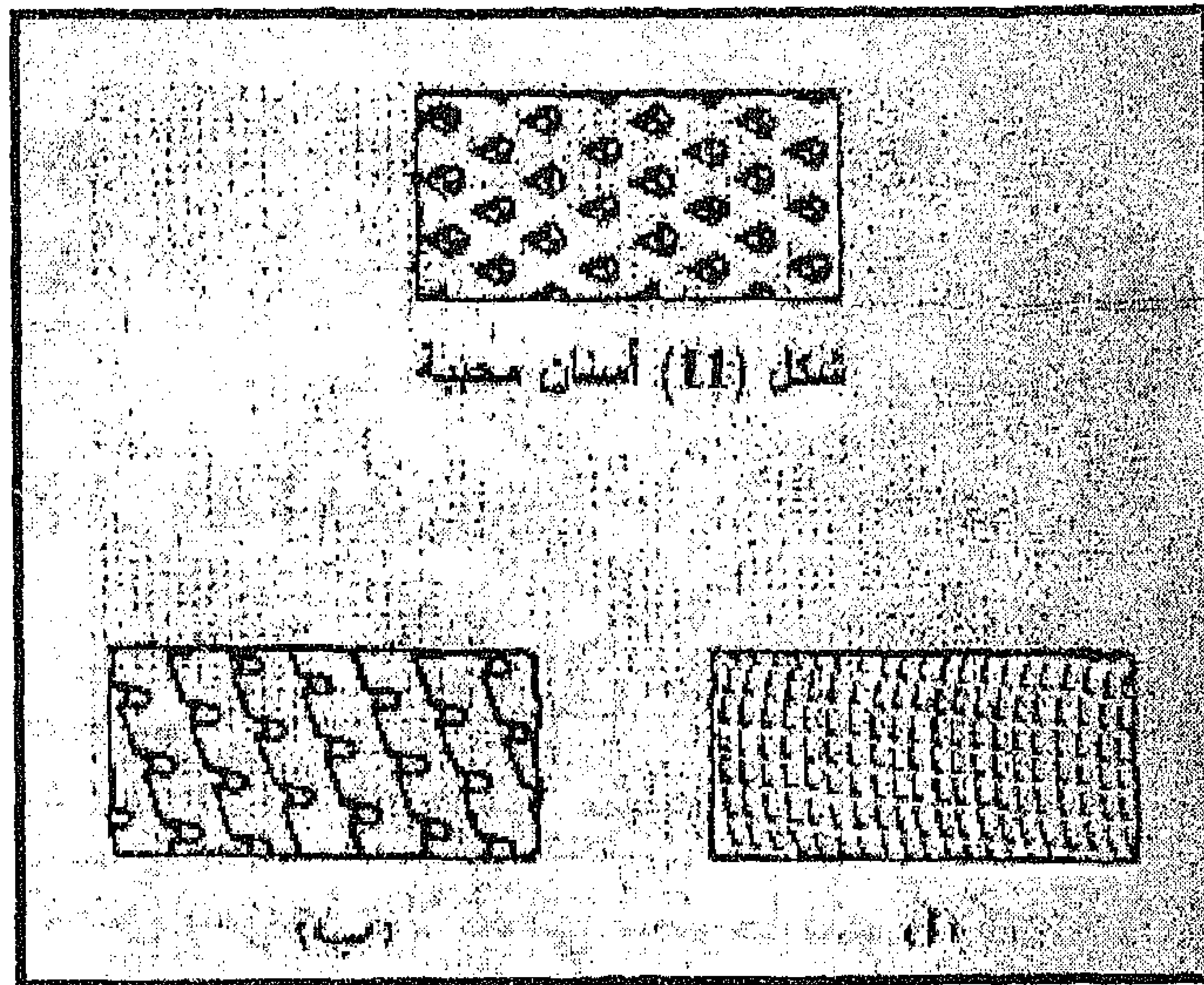
شكل (10) الأسنان المزدوجة والمفردة

3. أسنان محببة:

وهذه المبارد توجد على صفيحتها أسنان على شكل نتوءات حادة الحواف، تستخدم في برادة مواد العمل اللينة مثل الخشب والجلد، كما في الشكل (11).

4. أسنان منحنية:

وهي أسنان مشكلة بالتفريز تمثل الأولى شكل أسنان مائلة مزودة بثقوب لكسر الرايش وتصلح لقطع المعادن والمواد اللينة أما الأسنان الموضحة في شكل (ب – 12)، فإن لها شكلاً مقوساً (جزء من قوس دائري)، وهي مزودة أيضاً بثقوب لكسر الرايش وتستعمل لبرادة المواد الأكثر صلادة.



شكل (12) أسنان مشكلة بالتفريز

العناية بالمبرد عند استعماله:

1. يجب أن لا تستعمل المبارد الجديدة في تشغيل أسطح المصبوبات التي لم تنظف جيداً حتى لا تتعرض الأسنان للتآكل السريع نتيجة احتكاكها بحبيبات الرمل التي قد تكون عالقة بأسطح المصبوبات.
2. تستعمل المبارد – بعد تشغيلها لمدة مناسبة في برادة المعادن الطرية – في تسوية سطوح المعادن الصلدة، كالصلب المقسى وحديد الزهر المقسى، وبذلك يمكن الاستفادة من حدود الأسنان في تشغيل المعادن الطرية، وبعد تآكلها قليلاً في برادة المعادن الصلدة.

3. يجب تنظيف المبارد من الرايش أو المواد الغريبة العالقة بها،المحشورة بين الأسنان باستعمال سلك رفيع من معدن لين أو قطعة من الصفيح، وذلك قبل استعمالها، ويمكن منع التصاق الرايش والمواد الغريبة وتعلقها بالمبرد بواسطة دهانه – قبل الاستعمال – بطبقة رقيقة من الزيت، ويستعمل زيت النفط او البارفين قبل برادة الألمنيوم لمنع تعليق الرايش بأسنان المبرد أثناء تشغيله.
4. بمجرد انتهاء استعمال المبرد يجب تنظيف أسنانه بفرشاة خاصة من السلك، ثم تغطيته بطبقة رقيقة من الزيت لحمايته من الصدأ.

عدد الأسنان في وحدة الطول:

إن عدد أسنان المبرد في وحدة الطول هو الذي يحدد درجة نعومة المبرد فتوجد مبارد خشنة أسنانها متباعدة (الخطوة كبيرة) وتسمح بإزالة كمية كبيرة من المعدن بسرعة ولا تعطي سطوحاً ناعمة وتستخدم مع المواد الطرية، أما المبارد فأسنانها متقارية وصغيرة وتستخدم في الحصول على سطح ناعم.

الجدول التالي يوضح درجات نعومة المبارد وعدد الأسنان.

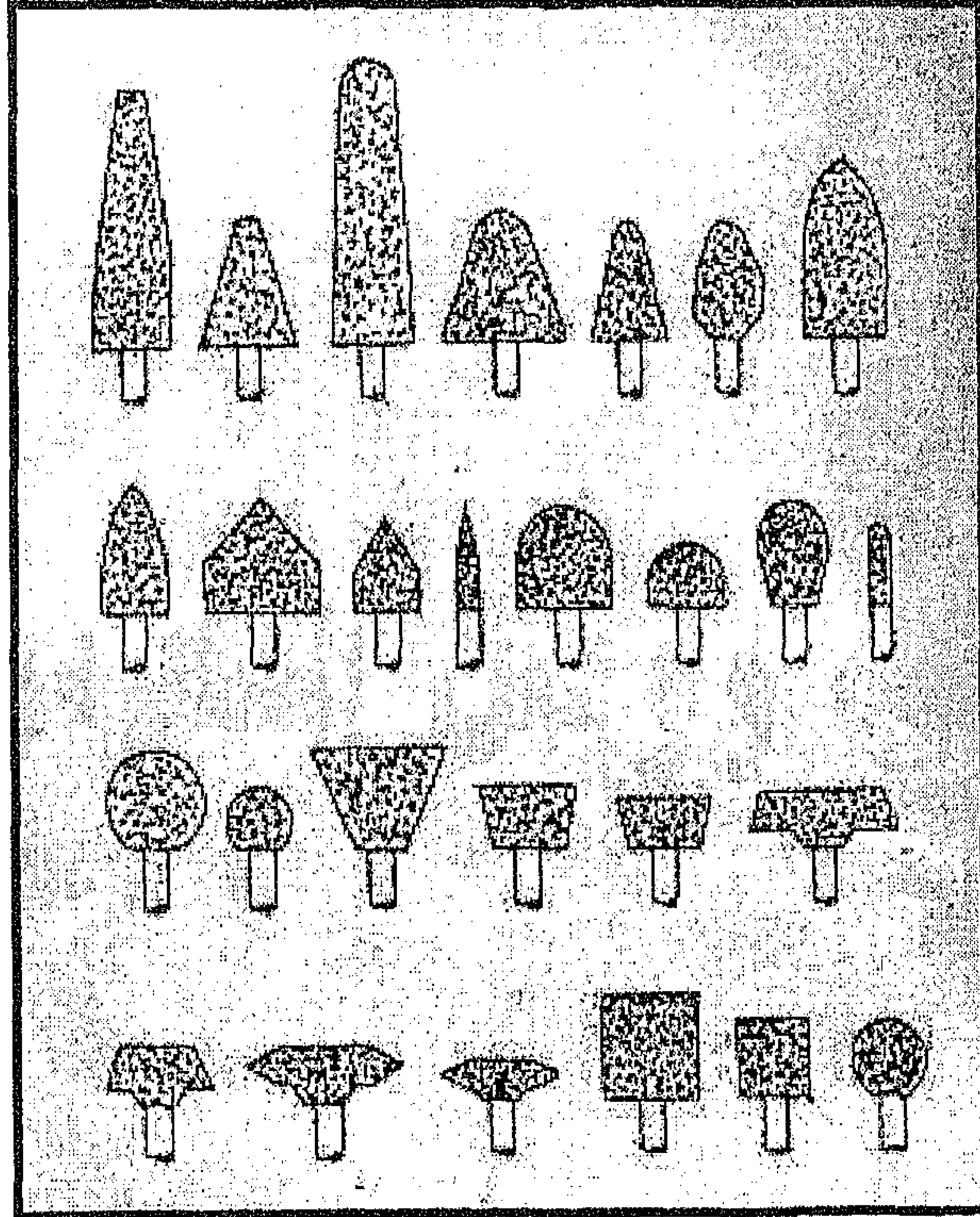
جدول (1) نظام تقسيم الأسنان

طول المبرد بالسنتيمتر	اقل من 10	10- 15	15- 20	20- 30	30- 40	40- 50
درجة نعومة المبرد	عدد الأسنان بالسنتيمتر الطولي					
مبرد خشن	22	21	18	16	11	8
مبرد نصف خشن	30	26	22	19	18	14
مبرد ناعم	45	35	29	28	26	22
مبرد ناعم جداً	86	58	45	35	30	26

المبارد الدوارة:

تركب هذه المبارد في العدد اليدوية التي تدار بالكهرباء أو بالهواء المضغوط وتنتهي هذه المبارد بعمود أسطواني مستقيم يجري تثبيته في العدة التي تبعث في الحركة الدورانية، ويتراوح طول المبرد بين 15- 30 ملم ويمكن لأسنانه أن تتخذ أشكالاً متعددة الشكل (13) ويستعمل هذا النوع من المبارد في تشغيل القوالب وتشطيب بعض المنتجات ذات الأسطح المعقدة.

هذا ويمكن استخدام هذه المبارد الدوارنية في المخارط والمثاقب بجانب العدد المدارة بالقدرة. وتتخذ رؤوس المبارد أشكالاً عدة منها الأسطواني والمخروطي والكروي والبيضوي والمقعر وغيرها.



شكل (13) أمثلة للمبارد الدوارة

الوحدة الخامسة

الثقب ووصل المعدن

الثقب ووصل المعادن:

الثقب Drilling:

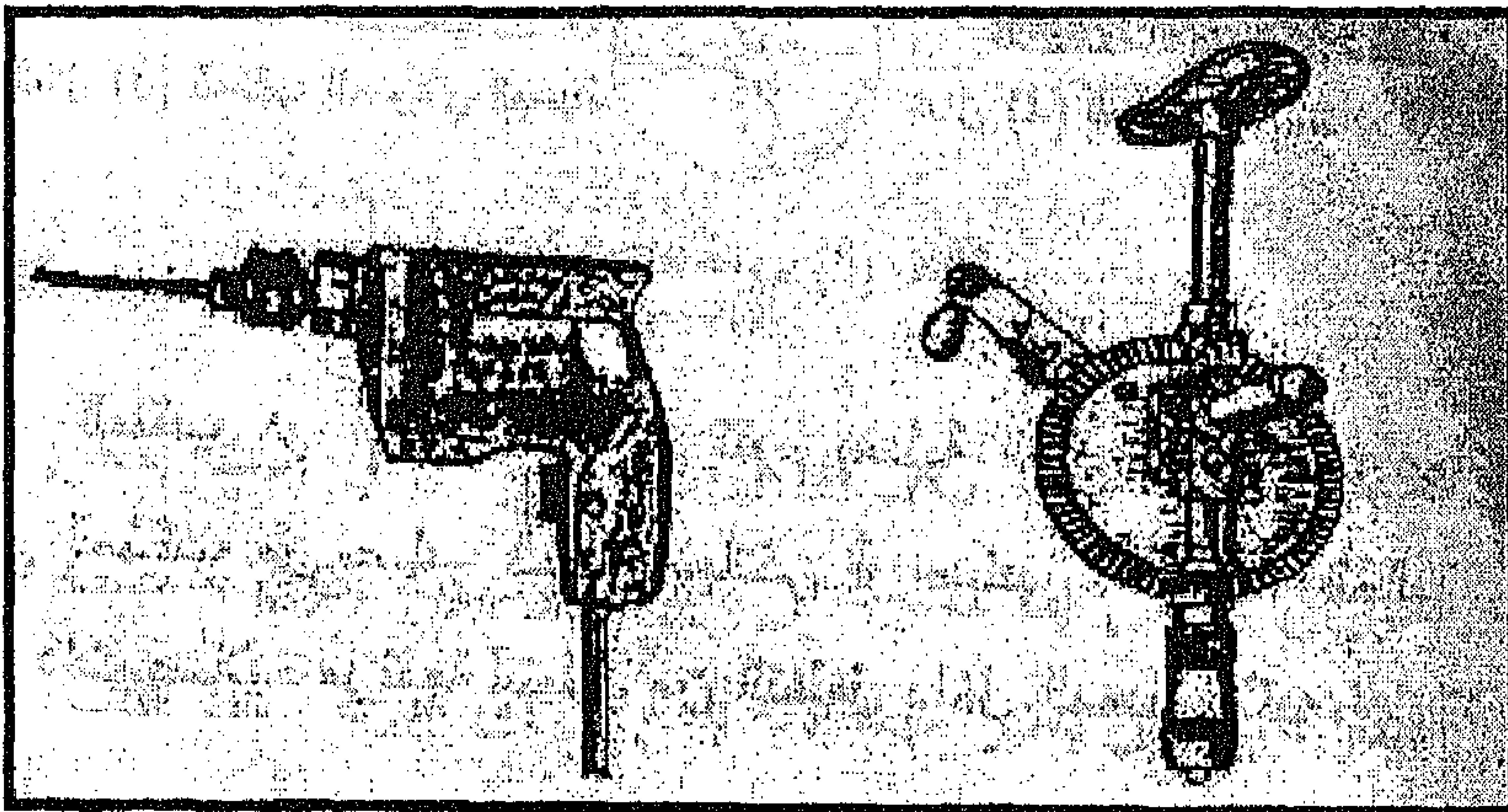
هو عمل تجويف أسطواني بأقطار مختلفة في المشغولات ويتم ذلك باستعمال ماكنات الثقب التي يركب بها المثقاب (البريمة).

ماكنات التثقيب :

تعتبر ماكنات التثقيب إحدى الآلات المهمة في الورش الميكانيكية، حيث أنه لا يمكن الاستغناء عن عمليات التثقيب في أية عملية من عمليات الإنتاج الميكانيكية.

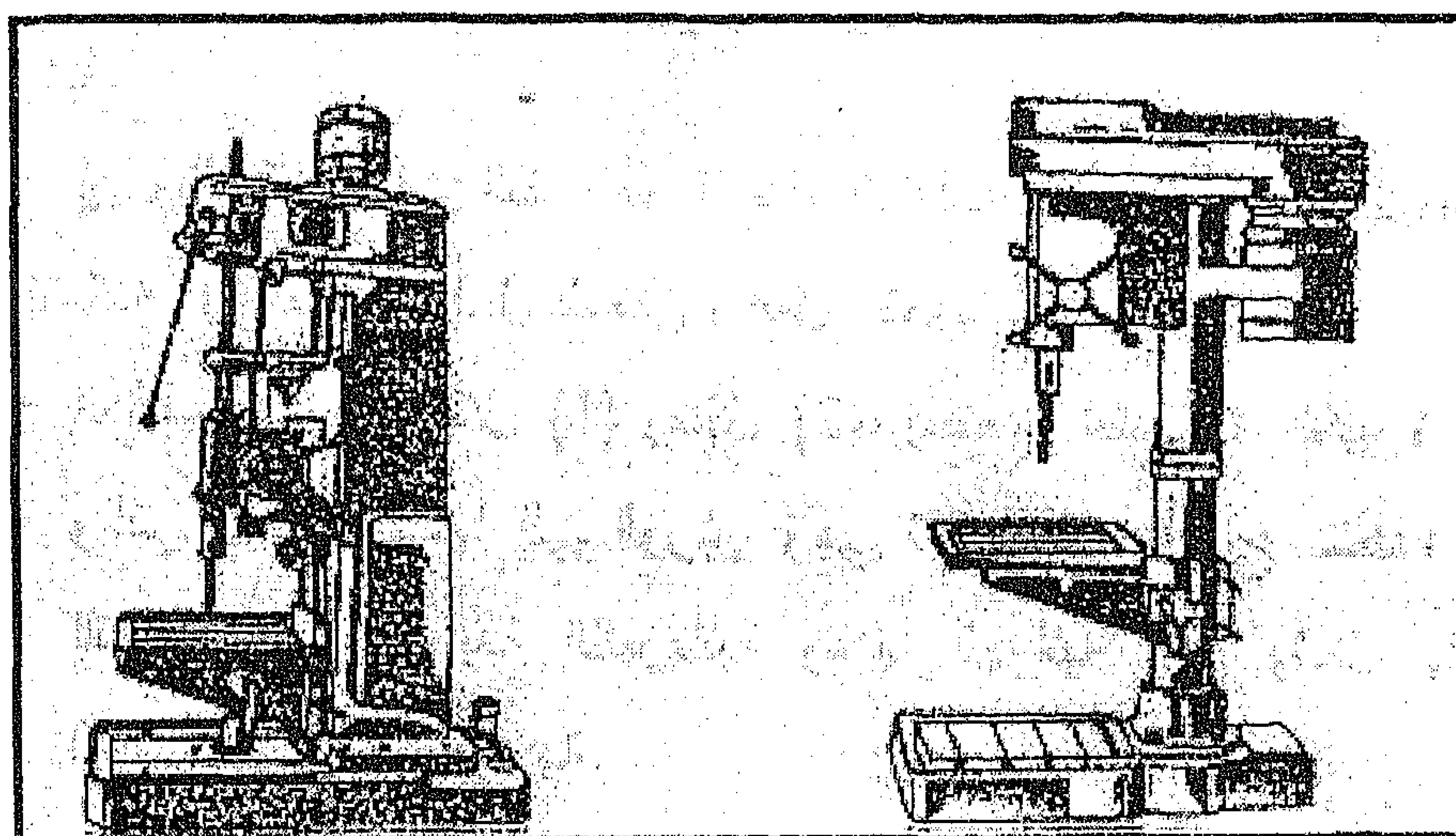
إن وظيفة ماكنات الثقب هو إعطاء المثقاب حركة دورانية وتغذية إلى أسفلها لتمكنه من التغلغل داخل المعدن وعمل التجويف.

1. المثقب اليدوي: شكل (1) وشكل (2)، يستعمل للشغلات الكبيرة الحجم والتي يصعب نقلها إلى الورش وهي تكون على أنواع متعددة فمنها التي تعمل بالطريقة الكهربائية ومنها الهوائية التي تشغل بالهواء المضغوط وأخرى يدوية.



شكل(1) المثقب اليدوي شكل (2) المثقب الكهربائي

2. لمثقب العمودي البسيط: شكل (3)، يستعمل للشغلات المتوسطة الحجم نسبياً، وتتم التغذية فيها عادة بطريقة أوتوماتيكية أو بطريقة يدوية وتكون ذات سرع مختلفة.
3. المثقب المنضدي الحساس: الشكل (4)، يستعمل للشغلات الخفيفة وذات الأقطار الصغيرة لغاية قطر 12 ملم، وتتم حركة التغذية عادة بتحريك عمود الدوران يدوياً إلى الأسفل وتكون سرعات القطع في هذه الماكنات محدودة.



شكل (3) المثقب العمودي البسيط شكل (4) المثقب المنضدي الحساس

المثاقب :

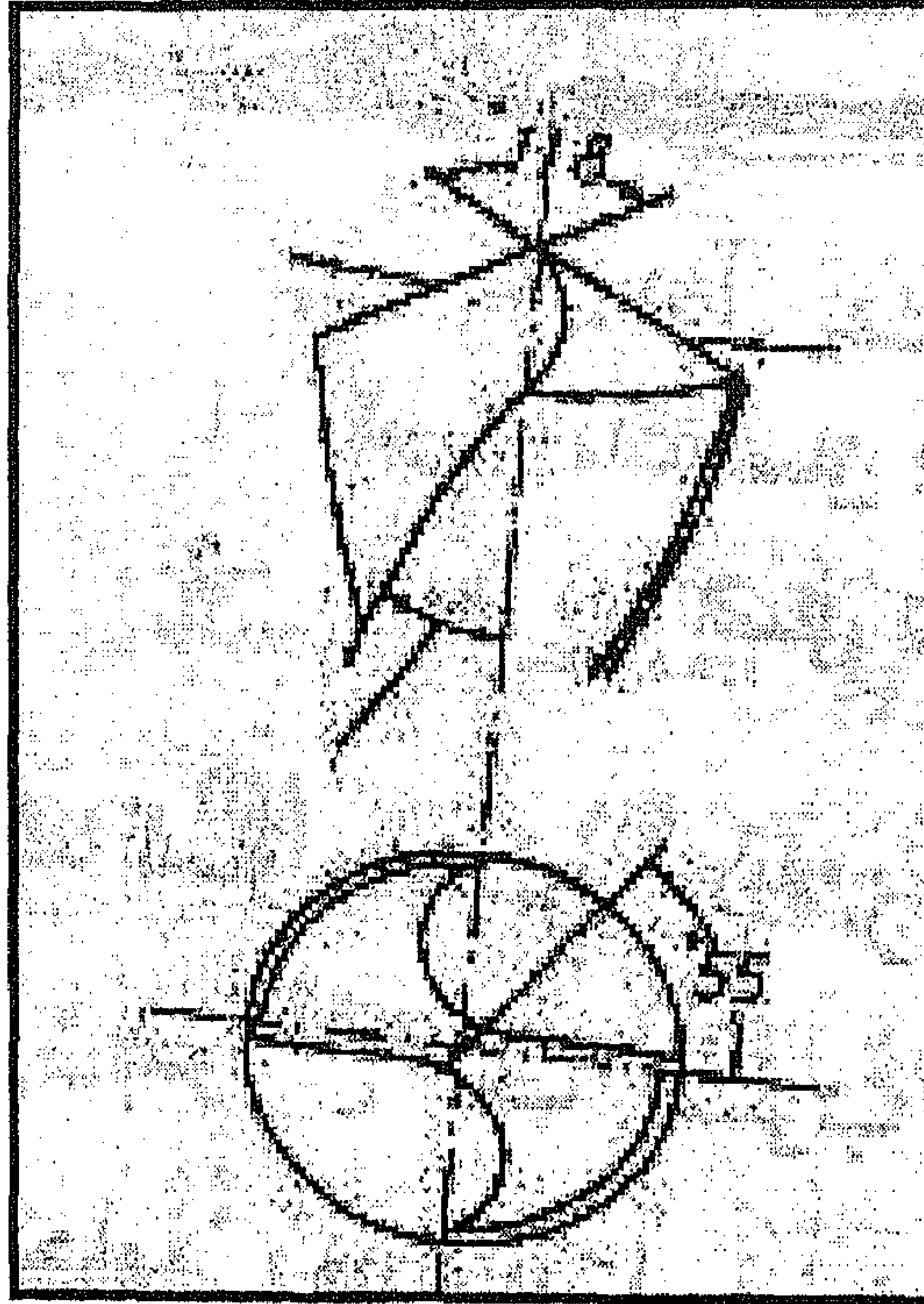
المثقب هو أداة القطع التي تقوم بعملية الثقب والتجويف في المعدن، وتصنع المثاقب من صلب العدة السبائكي أو صلب السرعات العالية وتقسى، وتكون ذات صلادة مرتفعة لتتمكن من التغلغل داخل المعدن وثقبه.

انواع المثاقب (البرايم) :

المثاقب المستقيمة: غير شائعة الاستعمال ولها استخدامات محدودة وخاصة مثل تثقيب المعادن اللينة كالبراص والنحاس.

1. **المثاقب الحلزونية:** وهي من الأنواع الشائعة الاستعمال في المعامل والورش وتصنع من صلب العدة الكاربوني أو من فولاذ السرعات العالية وفي بعض الأحيان تستعمل اللقم الكاربيدية.
2. **مثاقب المركز:** وتستعمل لعمل مراكز في الشغلات لتثبيتها في مكائن التشغيل.

أجزاء المثاقب الحلزونية، يوضح الشكل (5) بريمة حلزونية وأجزاءها الرئيسية:



شكل (5) بريمة حلزونية

1. وهو جزء من البريمة الذي يثبت بمحور عمود الدوران ويكون إما مسلوباً أو مستقيماً ونهايته تكون مسطحة وتسمى اللسان، واللسان يعتبر مهماً لأنه يمنع انزلاق البريمة عند الثقب.
2. الجسم: وهو الجزء والرأس المخروطي للبريمة ويتكون الجسم من القنوات وتكون لولبية وفائدتها تكون حافات القطع وتساعد على خروج الرايش وتوصيل سوائل زيت التبريد إلى منطقة القطع.

حاملات البرايم:

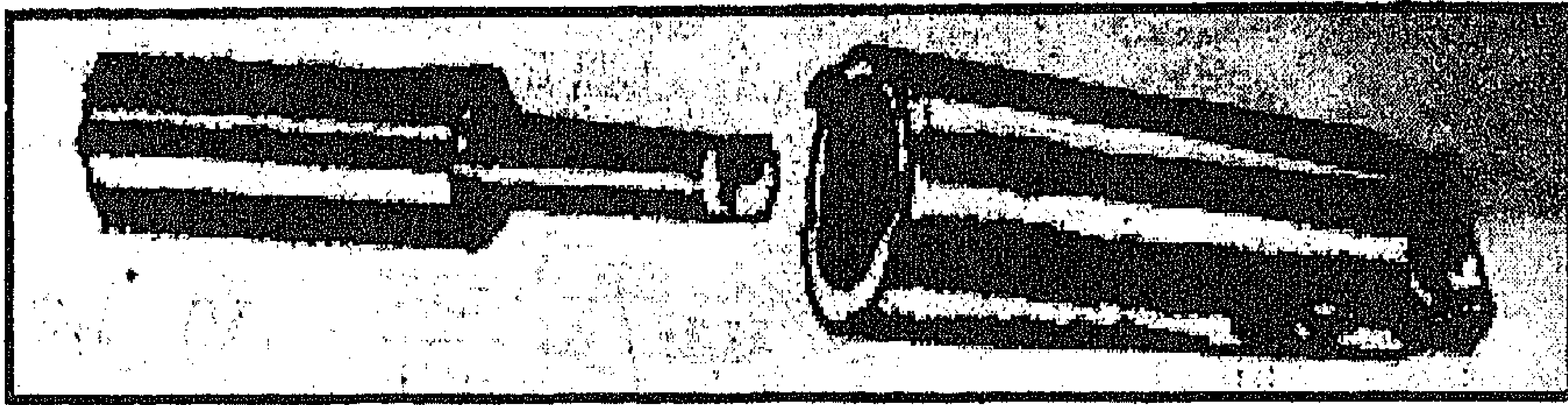
هناك نوعان من البرايم النوع الأول ذات ساق مستقيم والنوع الثاني ذات ساق مسلوب كما في الشكل (6)، ولغرض تثبيت هذه البرايم في مكائن الثقب قد نستعمل ملحقات أخرى.



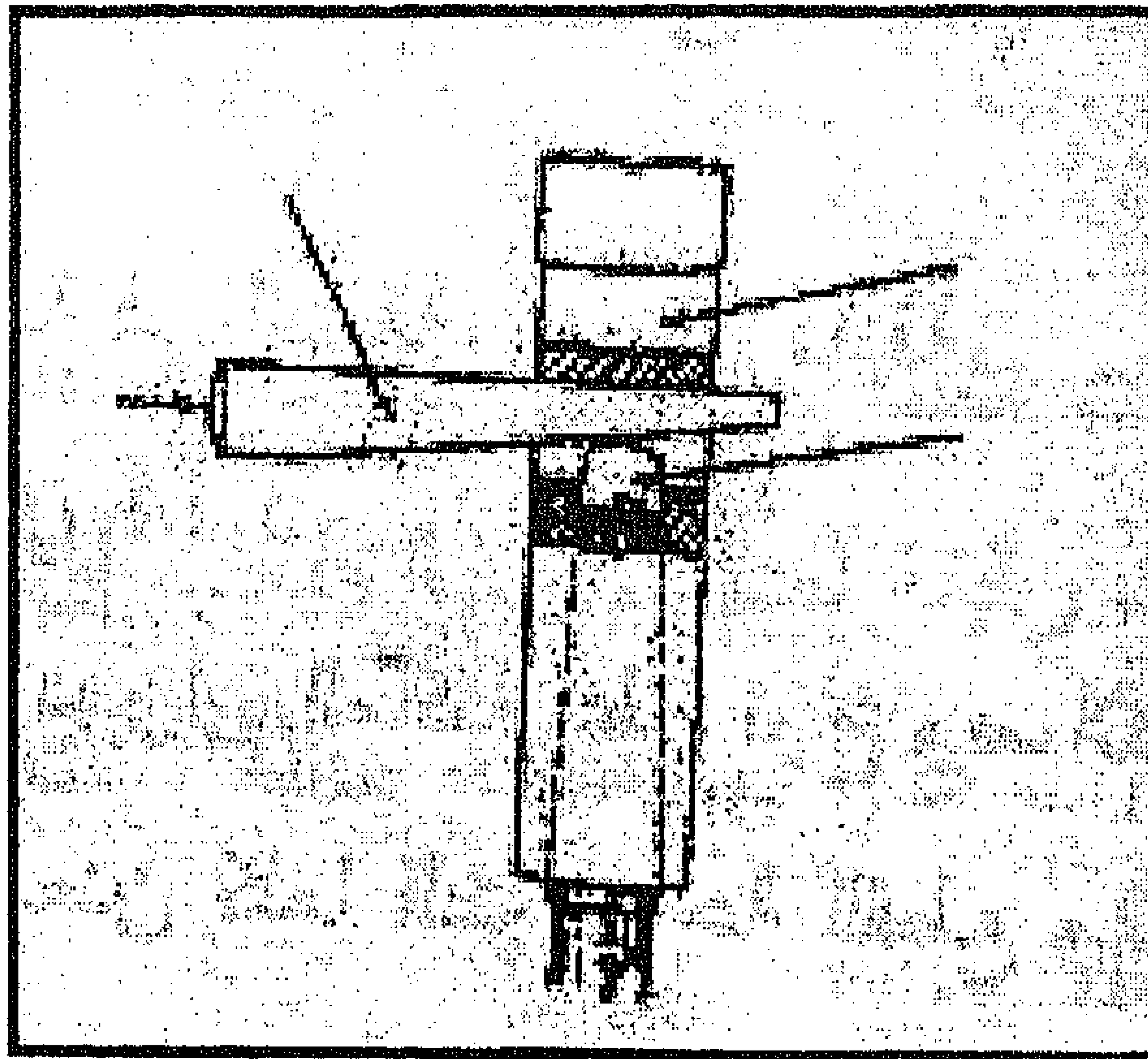
شكل (6)

1. البريمة ذات الساق المستقيم.
2. البريمة ذات الساق المسلوب.

تثبت البرايم ذات الساق المسلوبة مباشرة بمحور الدوران أو بواسطة حامل حيث يكون محور الدوران الحامل أو الحامل نفسه وكما يوضح الشكل (7). حيث يدخل مفتاح مسلوب ويدفع إلى الأسفل أو الأعلى فتندفع البريمة أو الحامل إلى الأسفل الشكل (8)، ويجب وضع قطعة خشبية تحت البريمة لتحول دون سقوطها على المسند واحتمال كسرها أو إصابتها بأضرار. وقد نستعمل غطائين وحاملين أو أكثر للبرايم الصغيرة.

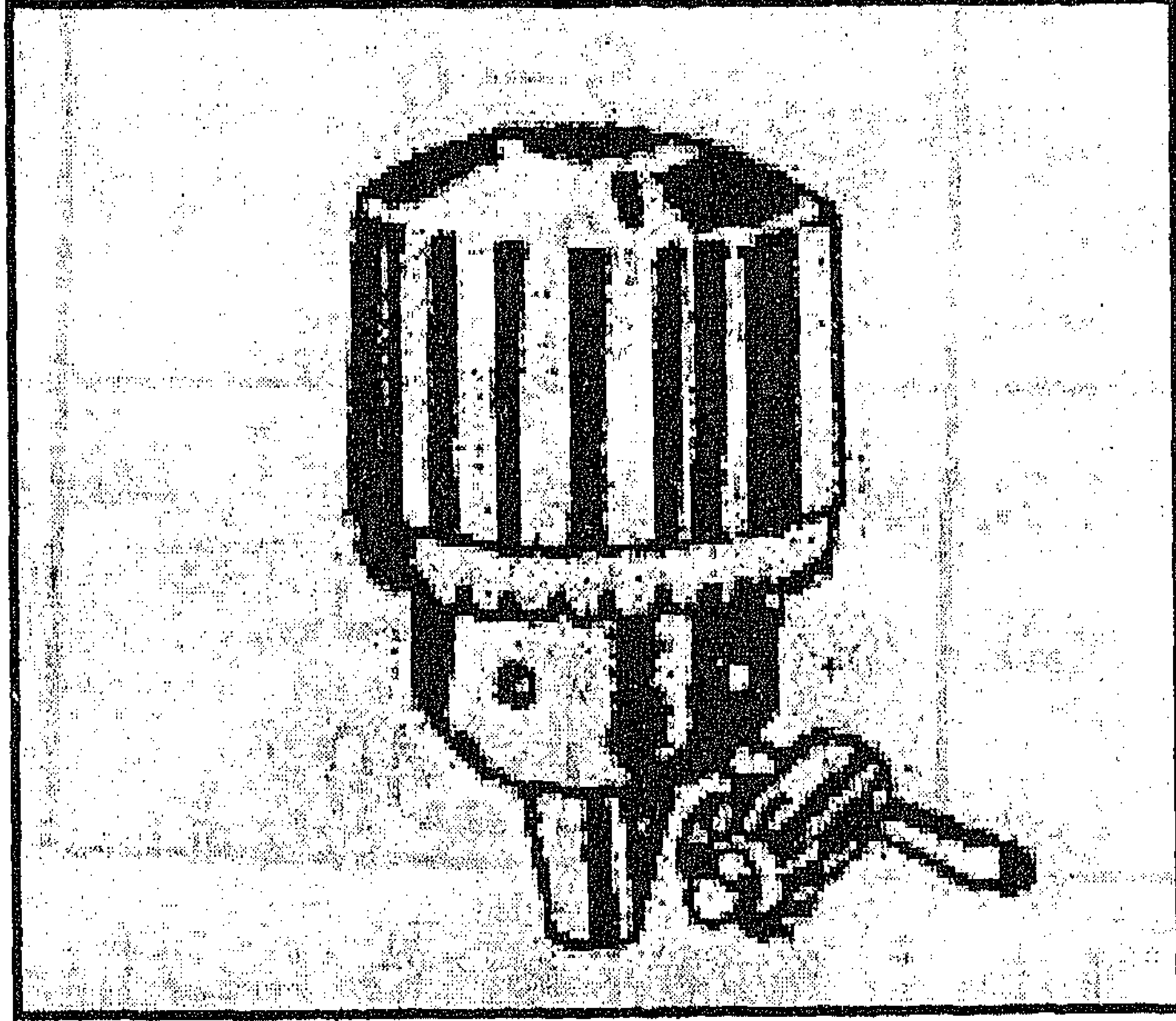


شكل (7) الحامل والغطاء



شكل (8) إخراج بريمة

أمـا بالنـسبة إلى البرايم المستقيمة فنـستعمل لهـا الحامـل ذو الفكـوك (الجـوزة) (وتكـون اعتياديـاً ثلاثـة فكـوك) شـكل (9)، وهـي تـربط مباشـرة بمحـور الدوران، وتستطيع التحكم بفتحة الفكوك بواسطة مفتاح خاص.



شكل (9) حامل ذا فكوك Drill Chuck

الثقب وحساباته:

سرعة القطع:

يمكن تعريف سرعة القطع بأنها السرعة المحيطة للبريمة مقدرة بالمتر/ دقيقة.

$$\text{سرعة القطع } (V) = \frac{\pi DN}{1000} \text{ متر / دقيقة}$$

حيث أن V سرعة القطع.

D = قطر البريمة، ملم

N = عدد دورات البريمة في الدقيقة، دورة / دقيقة.

π = النسبة الثابتة وتساوي3.14 .

وتتوقف سرعة دوران الماكنة على نوع وصلادة المعدن المطلوب ثقبه فكلما ازدادت صلادة المعدن كلما قلت سرعة القطع والعكس بالعكس والجدول التالي يوضح ذلك.

جدول (1) سرعة القطع للمعادن المختلفة

المعدن الذي يتم ثقبه	مثاقب من صلب العدة سرعة القطع متر/دقيقة	مثاقب من صلب السرعات العالية سرعة القطع متر / دقيقة
صلب متوسط الصلادة	12 - 16	20 - 35
صلب مرتفع الصلادة	6 - 9	15 - 20
حديد الزهر	8 - 12	18 - 25
النحاس الأصفر	25 - 35	40 - 60
النحاس الأحمر	25 - 50	35 - 70
الألمنيوم	40 - 80	50 - 150

قواعد عمل الثقوب والاحتياطات الواجب إتباعها:

1. يتم تخطيط الشغلة وتحديد مواضع الثقوب بواسطة سنبك النقطة، ويكون موضع البنطة واضحاً وعميقاً حتى يصير دليلاً لمقدمة المثقاب عند نزوله وحتى لا ينتج ترحيل (زحف الثقب).
2. قبل البدء في الثقب تراجع زاوية رأس المثقاب تبعاً للمعادن المطلوب ثقبها كما يلاحظ أيضاً مدى استقامة المثقاب عند دورانه أي ليس به اعوجاج.
3. تثبيت المشغولات تثبيتاً جيداً على منضدة المثقب ولا تمسك المشغولات باليد مهما كانت رقيقة لعدم الإصابة ويجب أن يكون سطح الشغلة أفقياً تماماً والمشغولات التي بها أسطح مائلة تثبت بواسطة مساند وركائز على منضدة المثقاب.

جدول (2) أسباب متاعب المثاقب

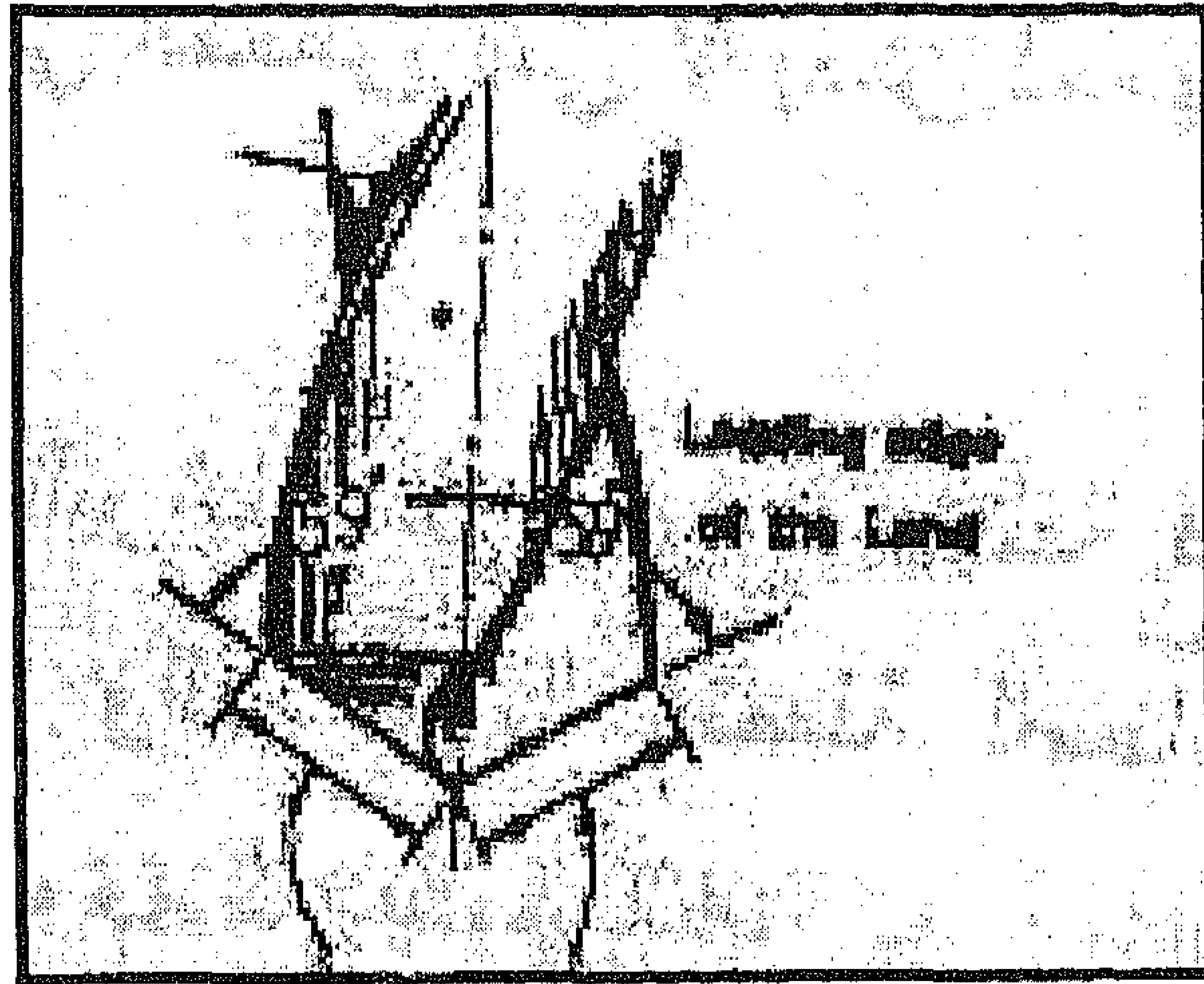
الأعراض	السبب المحتمل لظهورها
كسر الثقب	1. مرونة أو اهتزاز في هيكل ماكنة المثقب أو الشغلة. 2. قلة خلوص الشفة. 3. انخفاض سرعة الدوران بالنسبة لسرعة للتغذية. 4. سرعة التغذية كبيرة. 5. مثقب مثلم.
تفتت الأركان الخارجية لحدود القطع	1. وجود بقع صلدة أو قشور أو احتواءات من الرمل في المادة المراد ثقبها. 2. زيادة كبيرة في سرعة الدوران. 3. استعمال المركب غير المناسب للقطع. 4. عدم وجود مادة التزييت عند سن المثقب.

الأعراض	السبب المحتمل لظهورها
كسر المثقب عند استعماله في ثقب النحاس الأصفر أو الخشب	انسداد القنوات بالرايش
كسر حافة القطع	عدم الازدواج الصحيح للساق المستدقة في الجلبة الخاصة بها وذلك بسبب وجود شقوق، أو أوساخ أو زوائد أو تآكل في الجلبة.
تفتت الحافة الخارجية	زيادة مقاس الجلبة المستخدمة في تصويب مسار المثقب
تفتت الشفة أو حدود القطع	1. فرط سرعة التغذية. 2. زيادة خلوص الشغلة. 3. عدم استخدام سائل التبريد.
تفتت أو توقف مثقب السرعة العالية	1. سخونة المثقب ثم برودته بسرعة كبيرة أثناء الثقب. 2. فرط سرعة التغذية
التغير في نوع الرايش أثناء الثقب	التغير في حالة المثقب كتفتت حد القطع، أو تحويله إلى مثقب متثلم إلخ.
الاتساع الزائد في مقاس الثقب أو ثقب غير دائري	1. عدم تساوي زاوية أو طول حدود القطع أو كليهما. 2. عمود الدوران سائب. 3. المثقب غير مسننة.
القطع بحد واحد فقط	عدم تساوي طول أو زاوية حدود القطع أو كليهما
خشونة الثقب	1. حافة القطع للثقب غير سليمة. 2. النقص في التزييت أو استعمال مادة غير مناسبة. 3. الخطأ في التركيب. 4. زيادة سرعة التغذية.

زوايا المثقب (Drill angles):

الزاوية المخروطية:

وهي الزاوية المحصورة بين شفتي القطع وتختلف باختلاف المعدن المراد ثقبه. والزاوية الشائعة الاستعمال للمثقب هي 118 والتي تكون جيدة بالنسبة إلى الفولاذ الطري Soft steel والبراص Brass. ومعظم المعادن الصلدة Hard metals تكون الزاوية بحدود 150. أما النحاس Copper فتكون 100 والمطاط والفايبر 60. والشكل (10) يوضح الزاوية المخروطية.



شكل (10) الزاوية المخروطية

الزاوية اللولبية الحرزونية Helix angle:

وهي الزاوية بين حافة القيادة للحز وبين محور المثقب وتتغير هذه الزاوية من (0 – 40) والزاوية الشائعة الاستعمال للفولاذ ومعظم المواد هي 30. وكلما كبرت الزاوية اللولبية فإن عمر حافة القطع تقل لبعض المعادن.

وكفاءة المثقب تزداد كلما استخدم الزاوية المطلوبة لمعدن معين.

الجدول التالي يبين الزوايا المستخدمة:

المادة	الزاوية اللولبية الحلزونية
النحاس والمغنيز	45 – 35
سبائك النحاس	25 – 20
البلاستيك الصلد	17
الفولاذ الطري	30 – 24

وصل المعادن (البرشمة):

هي إحدى طرق الربط، وتمتاز عن باقي أنواع الربط بقوتها ونوعيتها الجيدة لذلك تستخدم في صناعة المراجل والطائرات والسفن والأجهزة المتعرضة للاهتزازات الشديدة، حيث لا يمكن فك هذا النوع من الربط إلا بكسر مسمار البرشام عكس الأنواع الأخرى مثل اللوالب التي تفتح بالاهتزاز.

وتكون عملية البرشمة إما يدوية أو ميكانيكية وتمتاز بسرعتها. وهي اقتصادية إذا ما قيست بالأنواع الأخرى من الربط. وتعتبر من أنواع الربط الدائم، وكذلك تستعمل في المعادن التي لا يمكن لحمها بسهولة.

أنواع مسامير البرشمة:

تكون مسامير البرشام على أنواع مختلفة فمنها الصلد ومنها المجوفة كما في الشكل (11)، والمعادن المستعملة لصناعة مسامير البرشمة هي البراص، النحاس، الألمنيوم، الحديد......الخ.

النوع	شكل المسمار	عملية الربط	الاستعمالات
snap or cup head رأس مدور			للصفائح السميكة والرقيقة وعندما يتطلب قوة عالية للربط
Pan head			كذلك
Conical head رأس مخروطي			كذلك
Counters ink رأس غاطس			تستعمل عندما يراد اخفاء رأس المسمار في سبيل عدم معارضته مع الاجزاء الأخرى
Plain rivet المسمار الأملس			
Flathead المسطح			للصفائح المطلية بالقصدير
Tubular rivet المسمار المجوف			يستعمل لتقليل الوزن خاصة بالطائرات وتستعمل لمنع الانبعاج والصفائح الكبيرة
Biiurcated المسمار ذو راسين			تستعمل للجلود والقماش

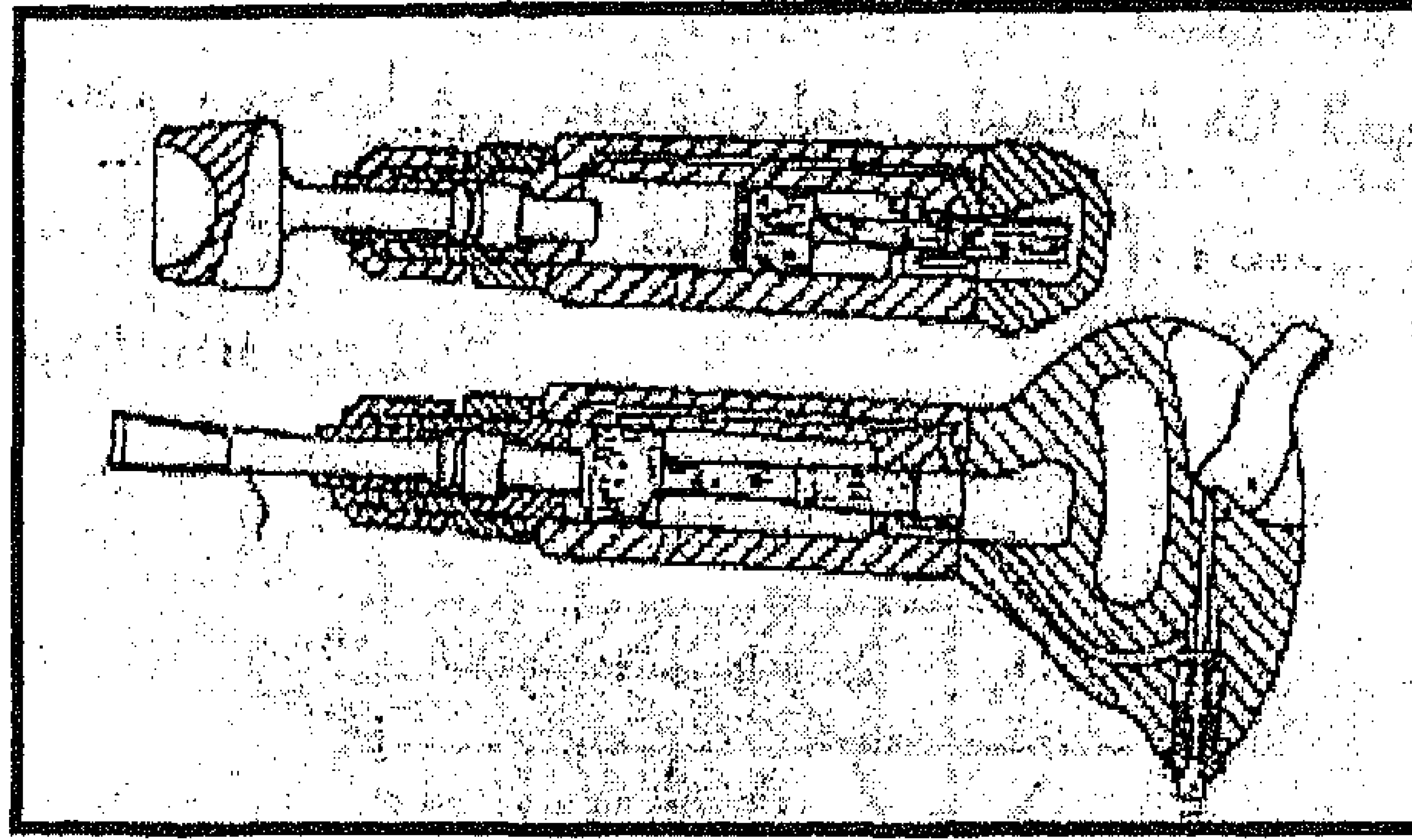
شكل (11) أنواع مسامير البرشمة

أولاً: التشغيل على الساخن: وتتم بواسطة تسخين مسامير البرشام إلى درجة حرارة معينة وتوضع في محلاتها المعدة لها وتطرق إما يدوياً أو ميكانيكياً للحصول على البرشمة. وتمتاز هذه الطريقة بكونها اقتصادية وسريعة وذات نوعية جيدة، وخاصة بالنسبة إلى المسامير ذات الأقطار التي تزيد عن 10 ملم.

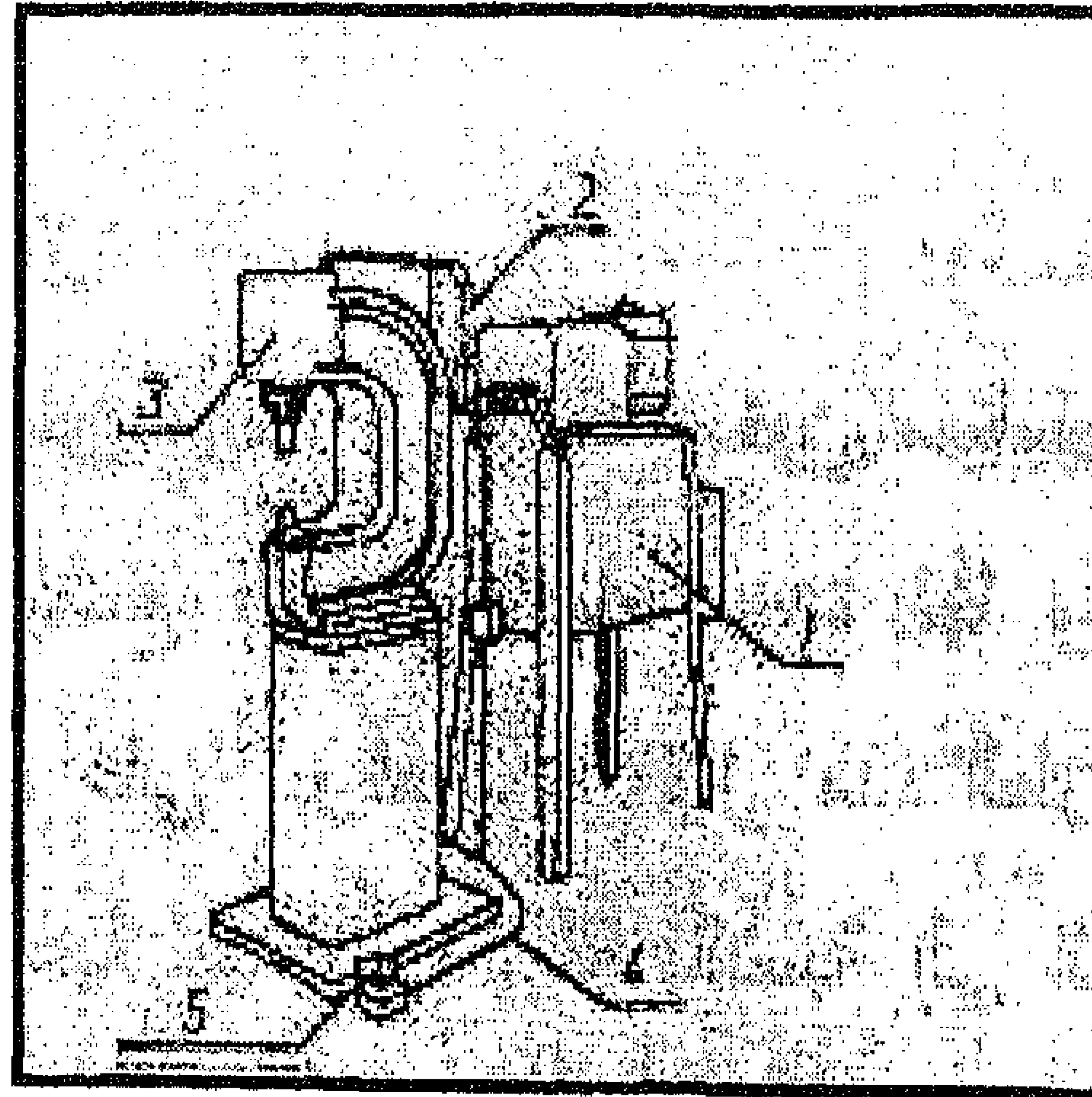
ثانياً: التشغيل على البارد: وتستعمل هذه الطريقة في أقطار المسامير التي تقل عن 10 ملم.

الأدوات المستخدمة للبرشمة:

إن الأدوات المستخدمة هي إما يدوية كالمطارق أو أجهزة هيدروليكية الشكل (12) أو أجهزة تشغيل بالبخار أو الهواء وفي جميع هذه الأنواع تتحول الطاقة إلى حركة مستقيمة ترددية لجسم ينزلق داخل هذه الأجهزة تسمى المطرقة. وتكون الأجهزة التي تستخدم الهواء المضغوط بأحجام مختلفة بحيث يسهل حملها باليد كما في الشكل (13).



شكل (12) المطرقة



شكل (13) ماكنة برشمة هيدروليكية

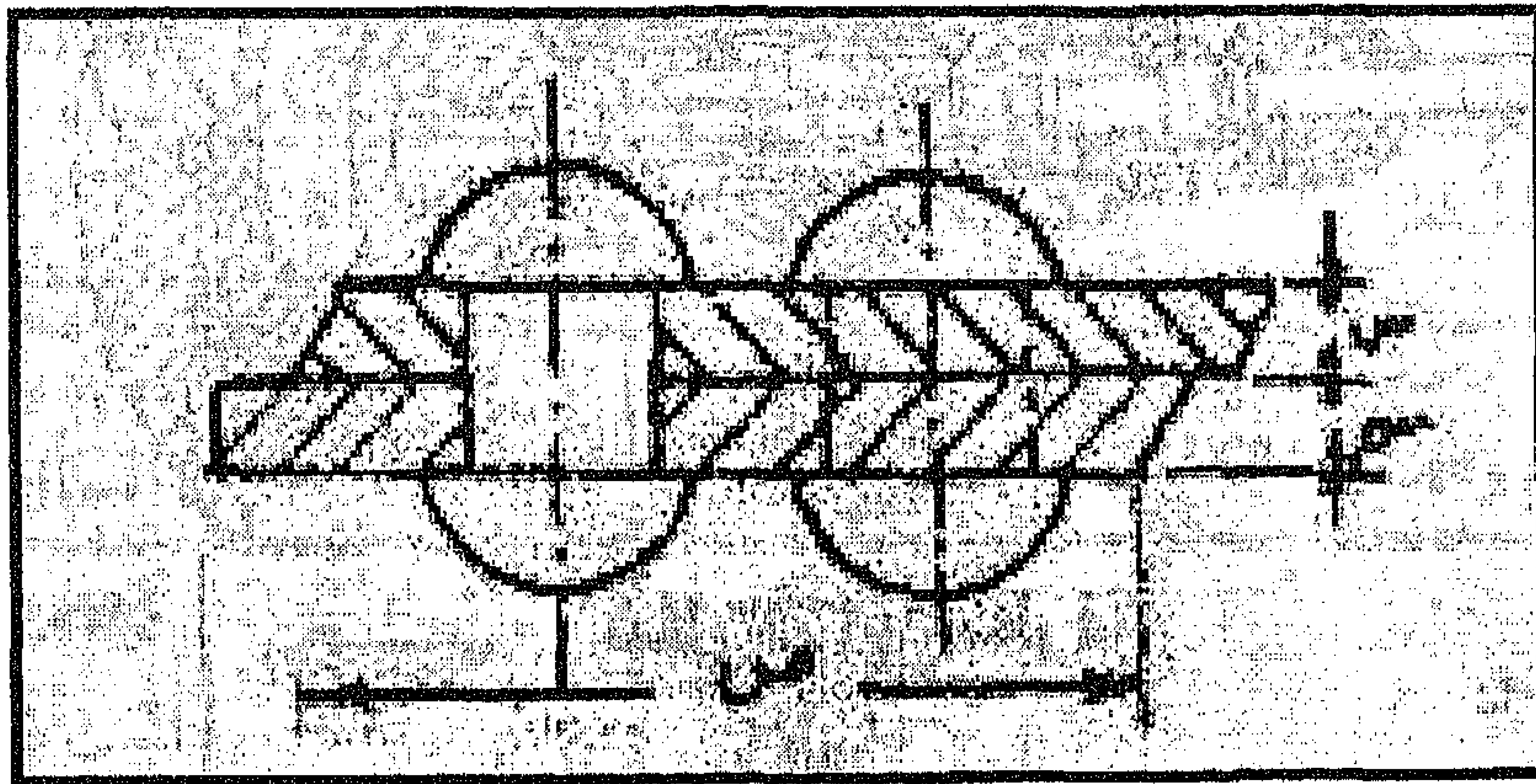
برشمة قطعتين أو أكثر:

وهناك عدد من النقاط التي يجب ملاحظتها قبل القيام بعملية البرشمة.
ومن هذه النقاط:

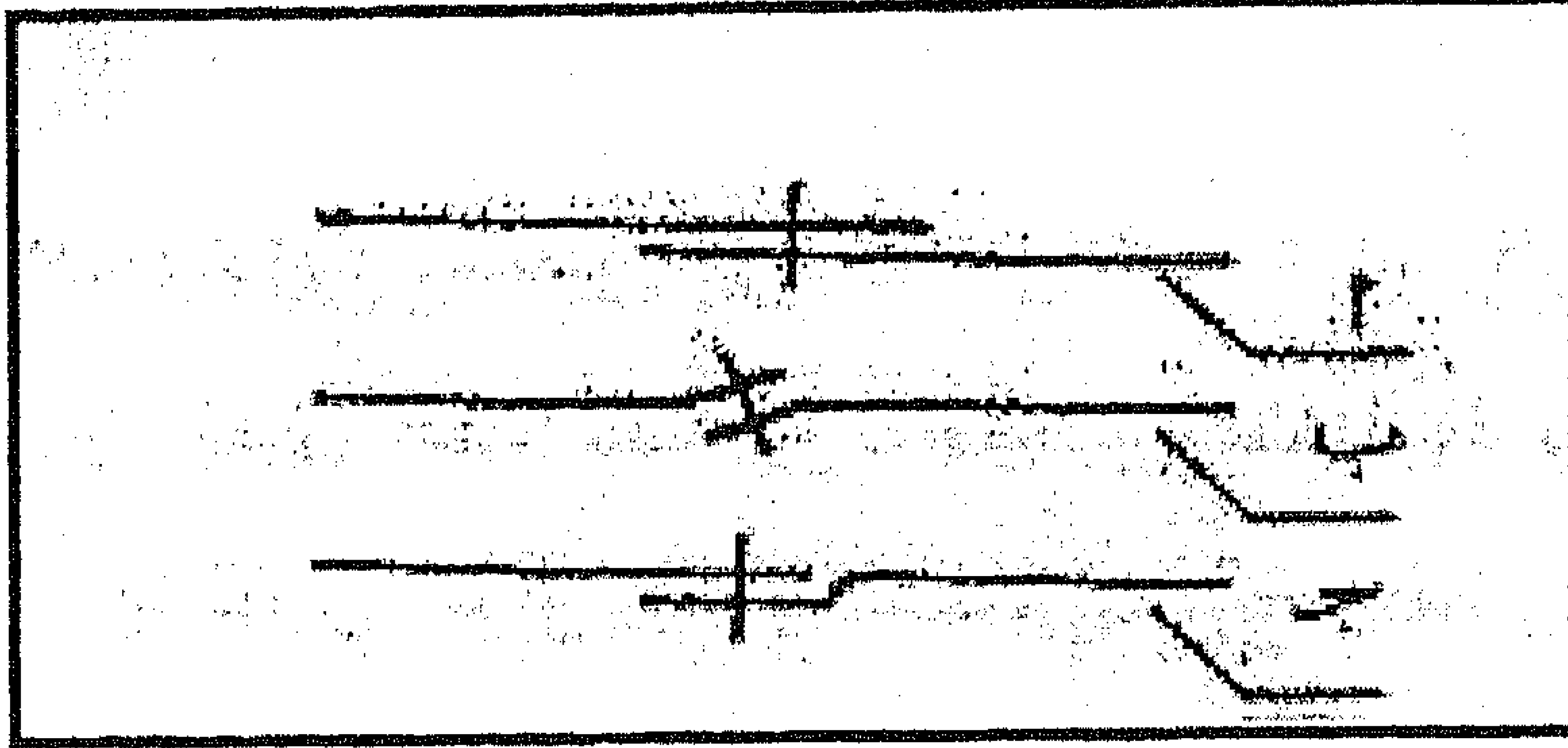
- **نوعية الربط:**

هناك عدد من طرق الربط:

الطريقة الأولى: وتتم بوضع القطع المراد ربطها إحداها فوق الأخرى عند النهايات ويكون طول الحافة (ص) الموضوعة إحداها فوق الأخرى ضعف البعد بين مركز مسمار البرشام والحافة وهذه الطريقة من الأنواع الشائعة الاستعمال، شكل (14)، ولكن عيب هذه الطريقة أن الألواح تصاب بالتواء في موضع الربط لعدم وجودها في مستوى واحد، ولمعالجة هذا العيب يستحسن حني طرف أحد الألواح قبل البرشمة كما في الشكل (15)، وتسمى هذه الطريقة بالربط المتراكب lap joint .

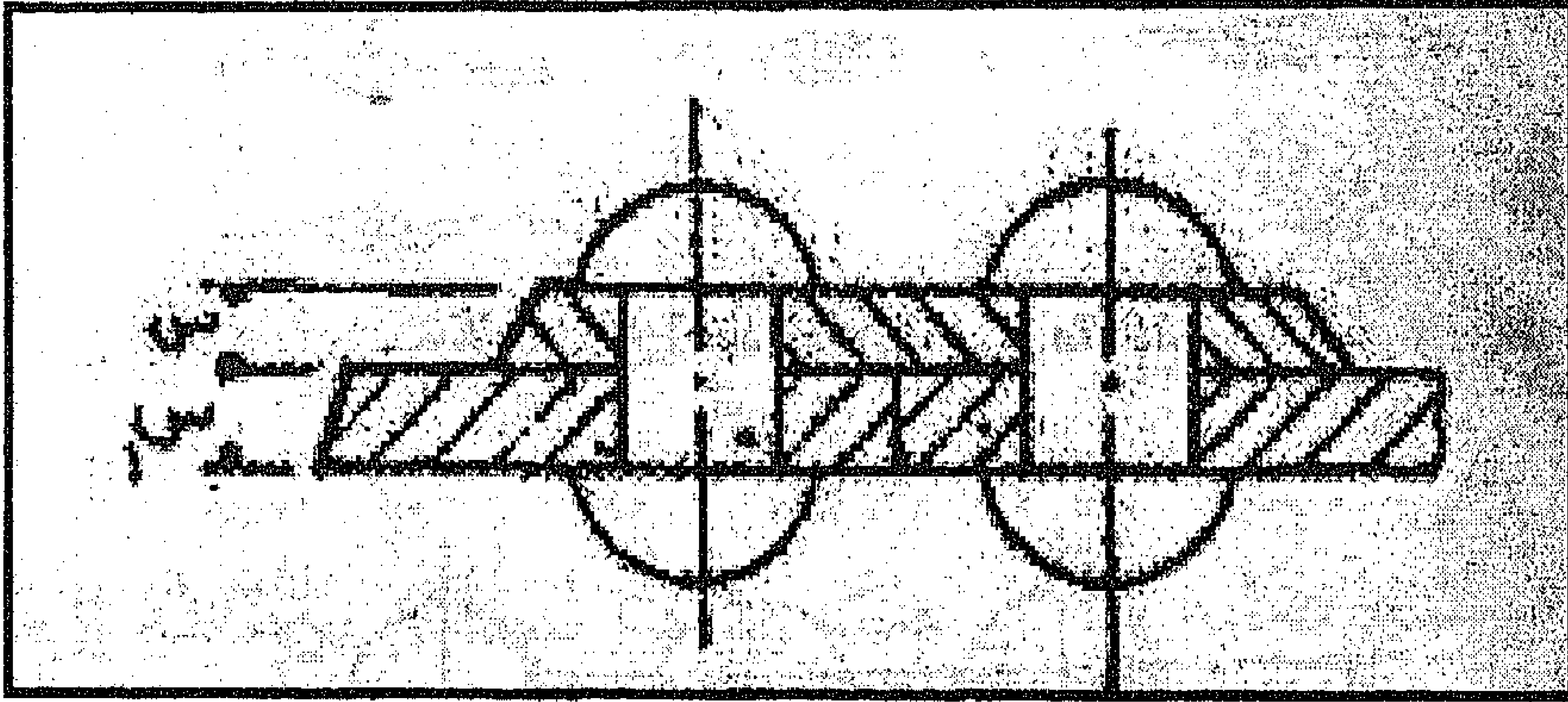


شكل (14) الربط المتراكب



شكل (15) الربط المتراكب

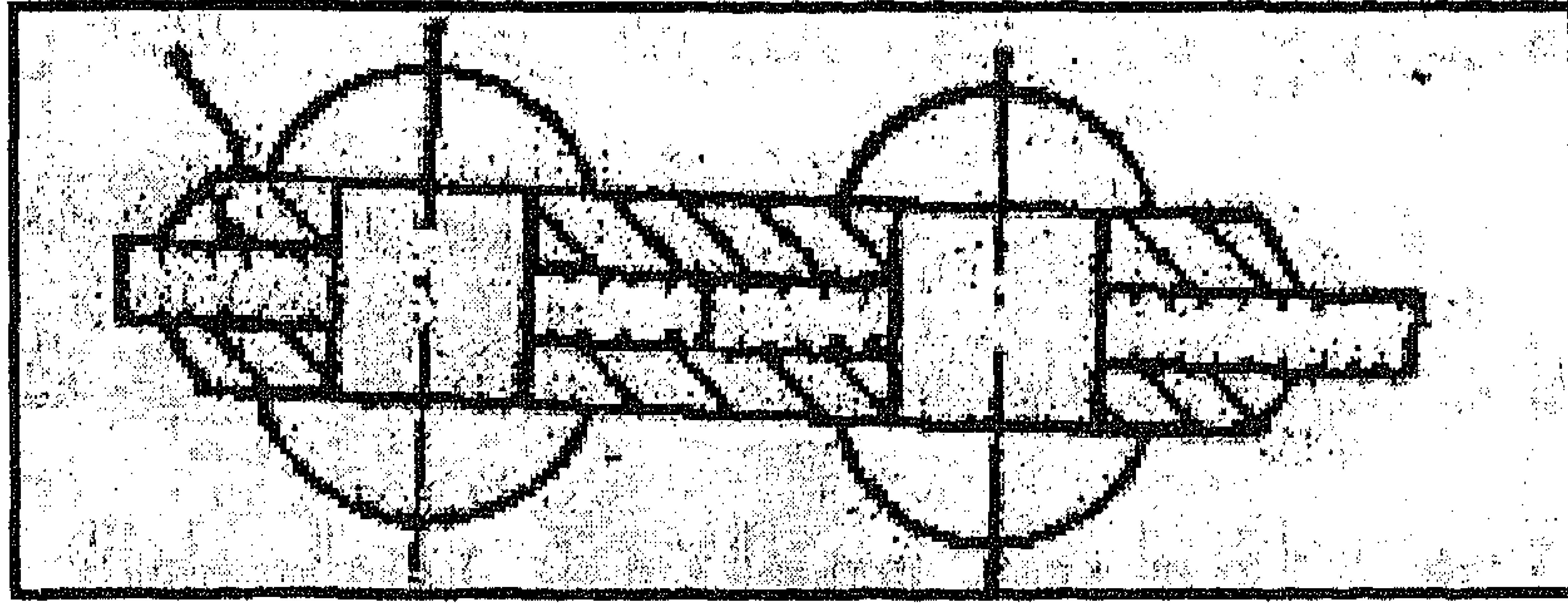
الطريقة الثانية: وتكون باستعمال قطعة ثالثة. حيث توضع القطع المراد ربطها إحداهما أمام الأخرى وفي مستوى واحد وتوضع القطعة الثالثة فوقهما وكما في الشكل (16)، وهذه الطريقة أفضل من الأولى حيث أن كفاءتها أعلى.



شكل (16) الربط باستخدام قطعة ثالثة

الطريقة الثالثة: وهي كما جاء في الطريقة الثانية إلا أنه تستخدم قطعة رابعة من الأسفل وكما في الشكل (17).

وتسمى الطريقتان ب،ج بالربط التناكبي Butt Joint

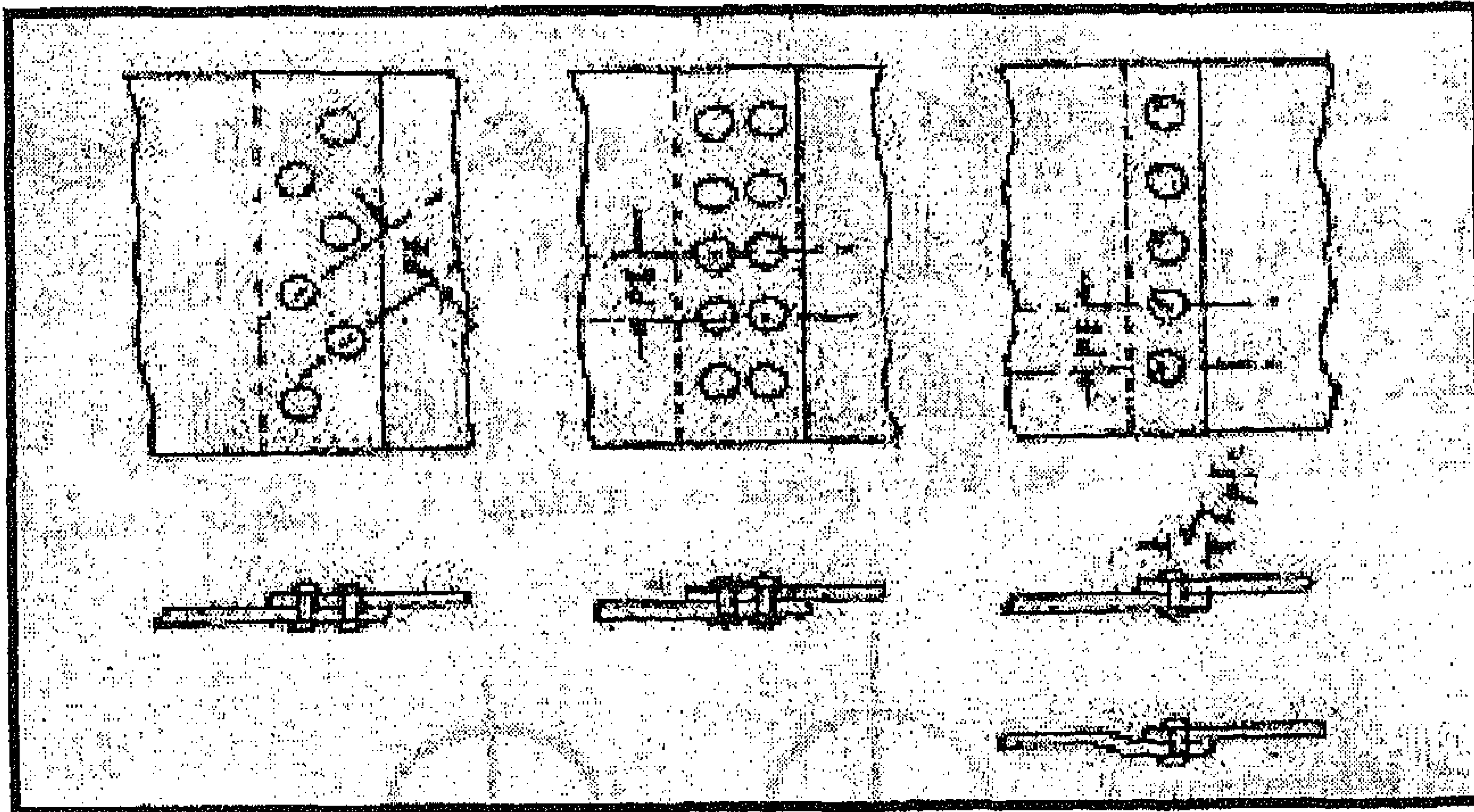


شكل (17) الربط التناكبي

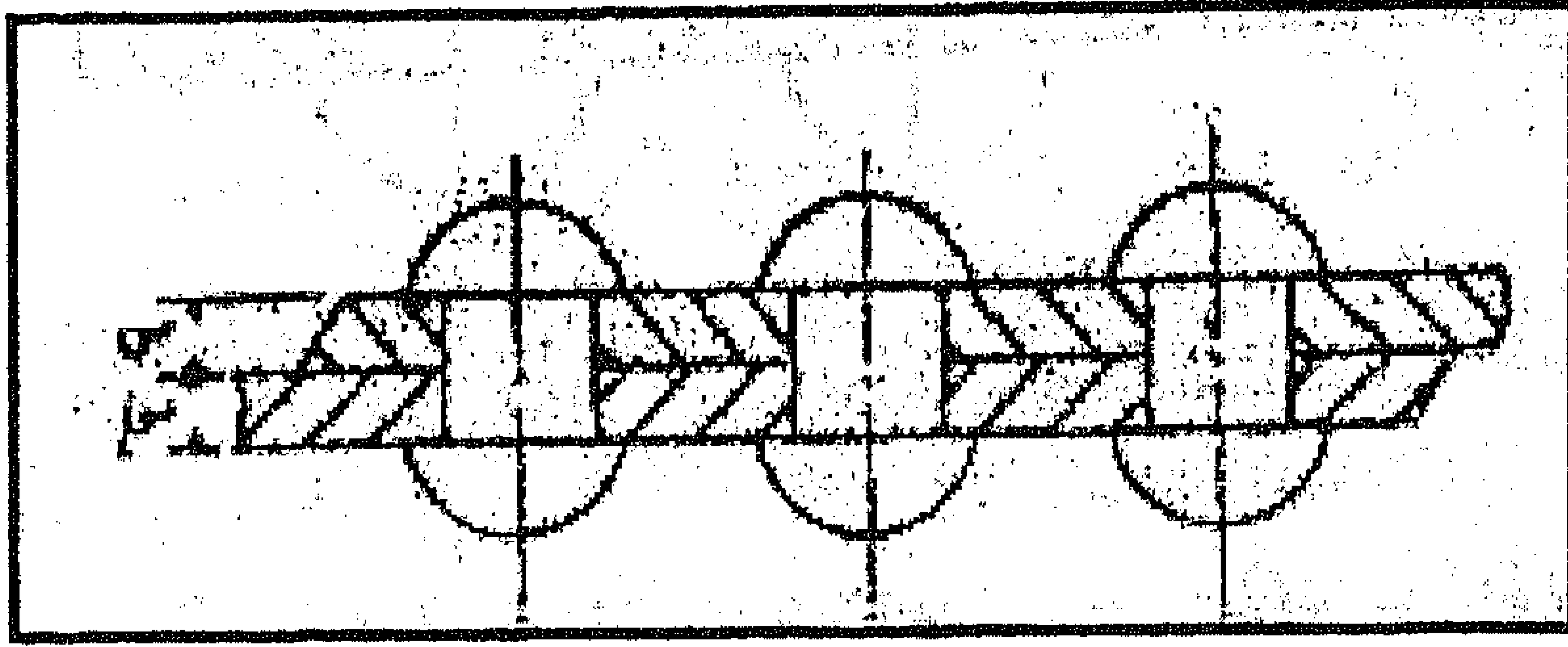
- **عدد وتوزيع مسامير البرشمة:**

إن تعيين عدد المسامير الواجب استخدامها يعتمد على جملة من العوامل منها القوى المؤثرة وقطر المسمار .....إلخ.

أما توزيع هذه المسمار فيكون إما في صف واحد، الشكل (18) أو في صفين أو ثلاثة صفوف فأكثر الشكل (19).



شكل (18) المسامير بصورة متبادلة



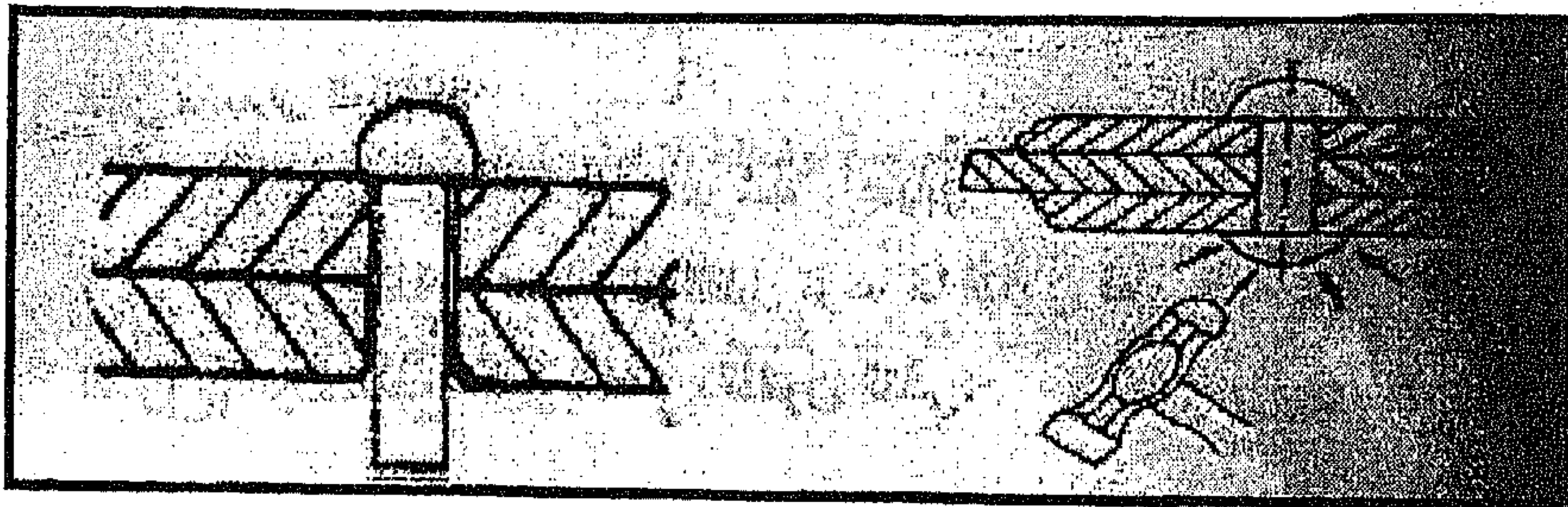
شكل (19) المامير ثلاثة صفوف أو اكثر

◆ ثقب الأجزاء المراد ربطها:

بعد تعيين أماكن مسامير البرشام تثقب الألواح وتتم هذه العملية بثقبها يدوياً بوساطة قطعة مدببة الرأس.

أو بواسطة المثقاب الكهربائي وتكون طريقة المثقاب أفضل من الأولى حيث تحصل على القطر المراد ثقبه بالضبط وبمواصفات جيدة. علماً أن الثقب الناتج عن الطريقة الأولى، يتضرر مما يسبب في قلة كفاءة هذه الطريقة.

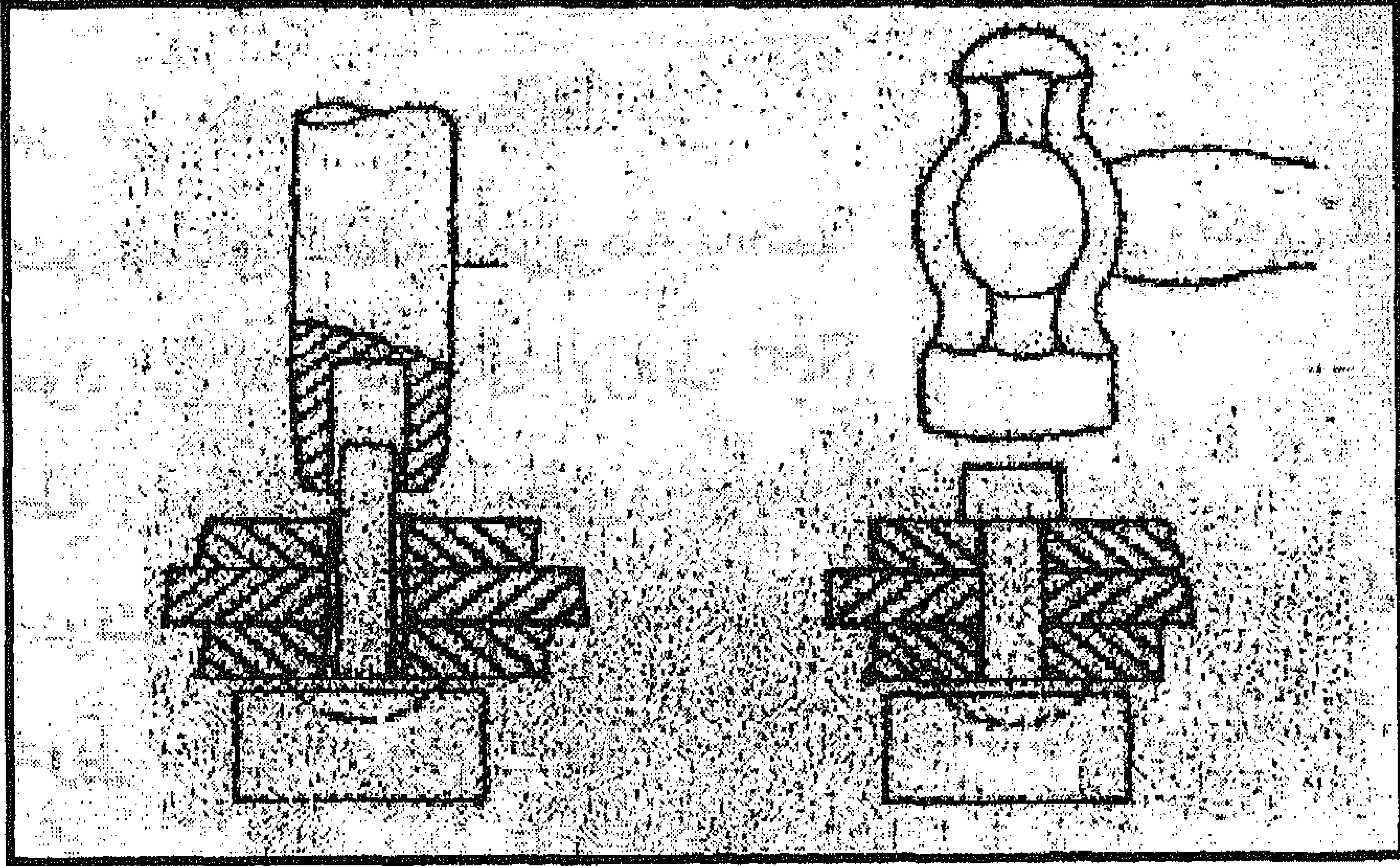
وعند الثقب بأي من الطريقتين يجب أن يكون قطر الثقب أكبر من قطر مسمار البرشام بمقدار خلوص معين حيث سوف يملأ هذا الخلوص بالمعدن كما في الشكل (20) وكبس معدن المسمار وكما في الشكل (21).



شكل (20) تهيئة مسمار البرشام شكل (21) البرشمة بواسطة المطرقة

♦ طرق المسامير:

بعد التأكد من كون المسمار في الوضع الصحيح يكبس بوساطة إحدى طرق الكبس سواء يدوية أو ميكانيكية إلى أن نحصل على الشكل المطلوب. وشكل (22) يوضح عملية الطرق حيث يسحب المسمار بوساطة إزميل ويطرق بالمطرقة وبعد ذلك يدور الرأس بوساطة قالب تدوير رأس البرشام بوساطة snap وهكذا تتم عملية البرشمة وكما في الشكل (23)،(24).



شكل (23) طرق المسمار		شكل (22) سحب المسمار

وأخيراً يجب أن نلاحظ النقاط التالية:

1. أن مسمار البرشمة قد ملأ الفراغ تماماً.
2. الأجزاء المربوطة يجب أن تكون خالية من أي فراغ.
3. التأكد من عدم تحرك مسمار البرشام أو الألواح عند الطرق.

قطر مسمار البرشام:

يكون قطر مسمار البرشام اعتيادياً 1.5 سمك الألواح المربوطة (الألواح المربوطة ذات السمك القليل نوعاً ما فيكون قطر المسمار ضعف سمك الألواح).
وتستطيع تعيين القطر بالقانون التالي:

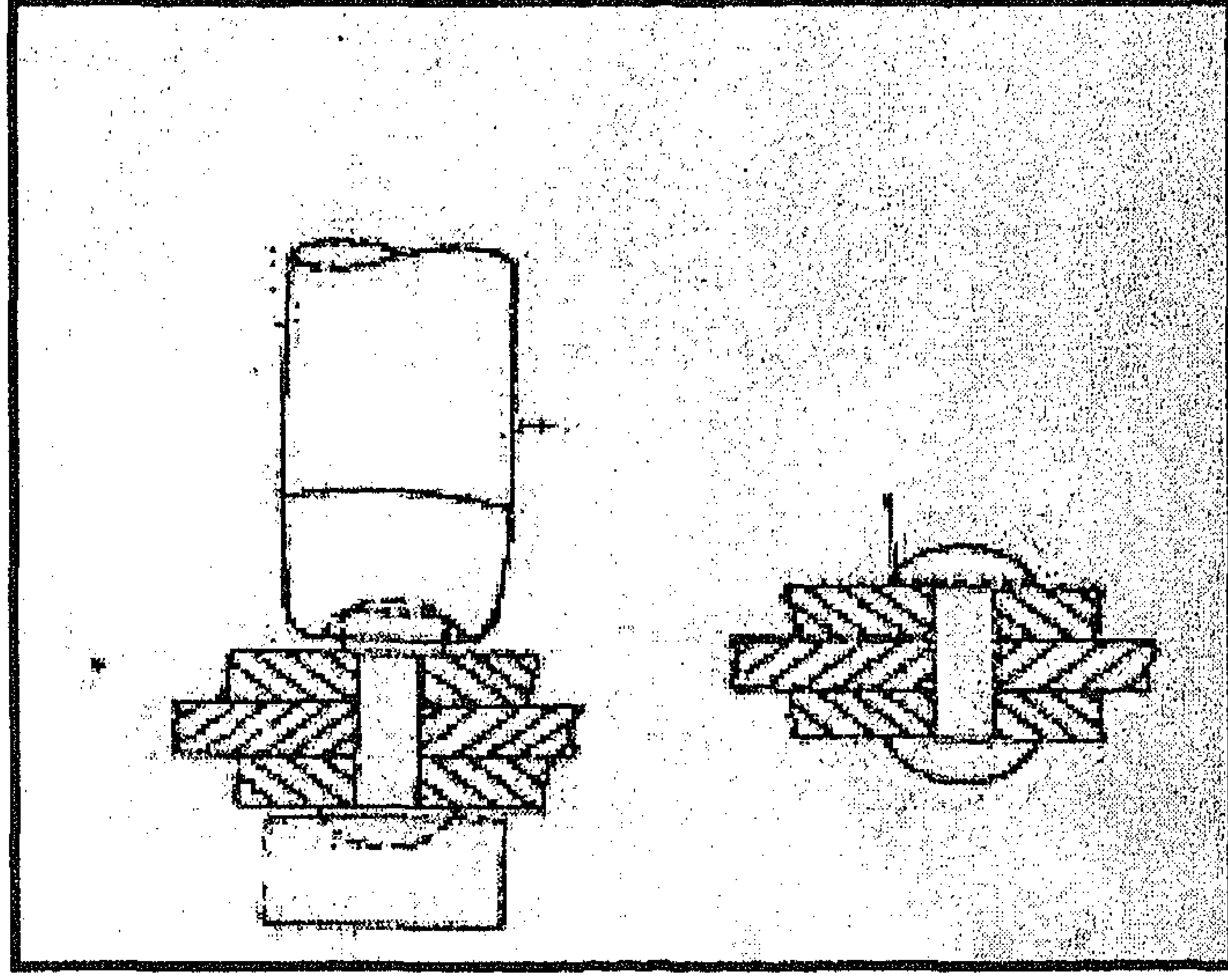
قطر المسمار = $\sqrt{1.25}$ سمك اللوح

أما إذا كانت الألواح المستعملة مختلفة السمك فيستعمل السمك الأكبر.

سمك اللوح ملم	6.5	9.5	12.5	16	19	22	25.5
قطر المسمار ملم	14.5	19	22	23.5	27	28.5	31.5

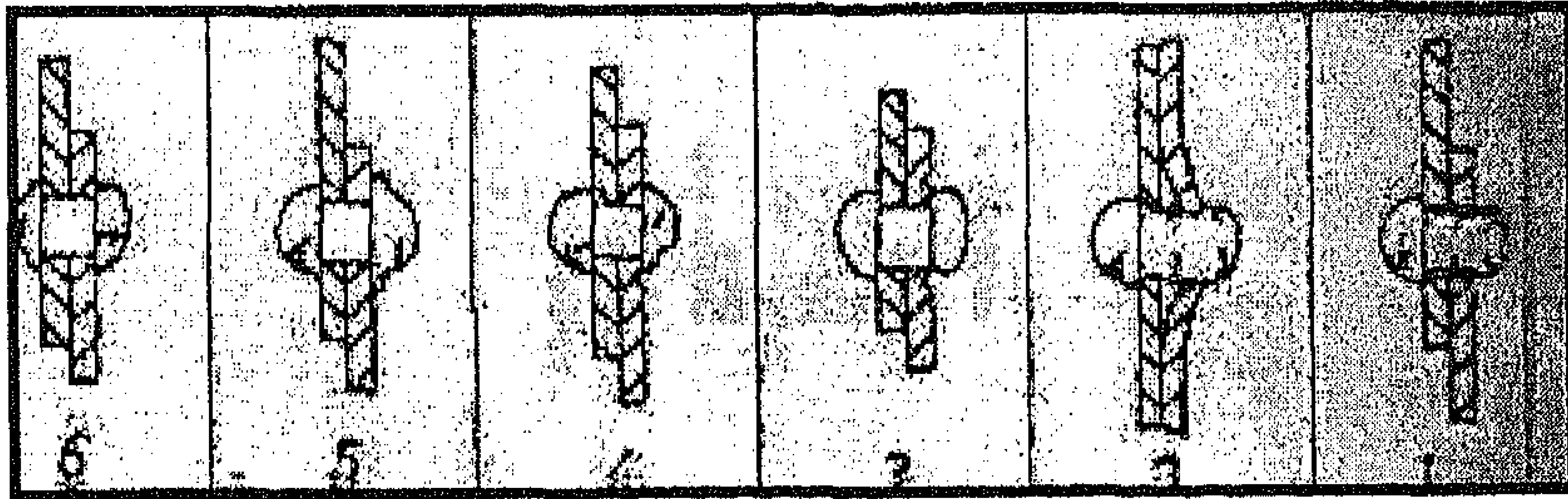
العيوب التي تظهر في البرشمة:

1. رأس المسمار لا يأخذ شكله الطبيعي بعد الطرق وهناك تسرب بسبب كبر في الثقب المعد مسبقاً.
2. عدم انطباق القطع المربوطة بعضها على بعض وتكون تنوءاً والسبب يعود إلى عدم استعمال الإزميل Sett.
3. قطع رأس المسمار المطروق بسبب قصر المسمار.
4. حدوث ضرر في جانب واحد في إحدى القطع بسبب عدم استعمال قالب تدوير رأس البرشام بصورة صحيحة وعمودياً على القطعة.



شكل (24) البرشمة بواسطة الإزميل والسنبك

5. انتشار المسمار حول جوانب قالب تدوير رأس البرشام بسبب الطول الزائد للمسمار.
6. انتشار رأس المسمار الأصلي وسببه استعمال المطارق غير الصحيحة والشكل (25)، يبين هذه العيوب.



شكل(25) عيوب البرشام

الوحدة السادسة

اللحام

اللحام:

أساليب اللحام:

إن أساليب اللحام الشائعة في الوقت الحاضر هي: لحام القوس، ولحام الغاز، ولحام المقاومة، واللحام الانضغاطي وغيرها من أساليب اللحام الأوتوماتيكية.

لحام المقاومة:

وتتم هذه العملية كما يلي:

1. تسخن قطعتي العمل إلى حالة التعجن عند طرف الاتصال إثر مقاومة سريان تيار كهربائي منخفض الفولتية عالي الشدة لفترة قصيرة نسبياً.
2. تتم كبسهما معاً بواسطة طرف اتصال كهربائيين، أو إلكترودين ويقسم لحام المقاومة إلى أربعة أنواع رئيسية:

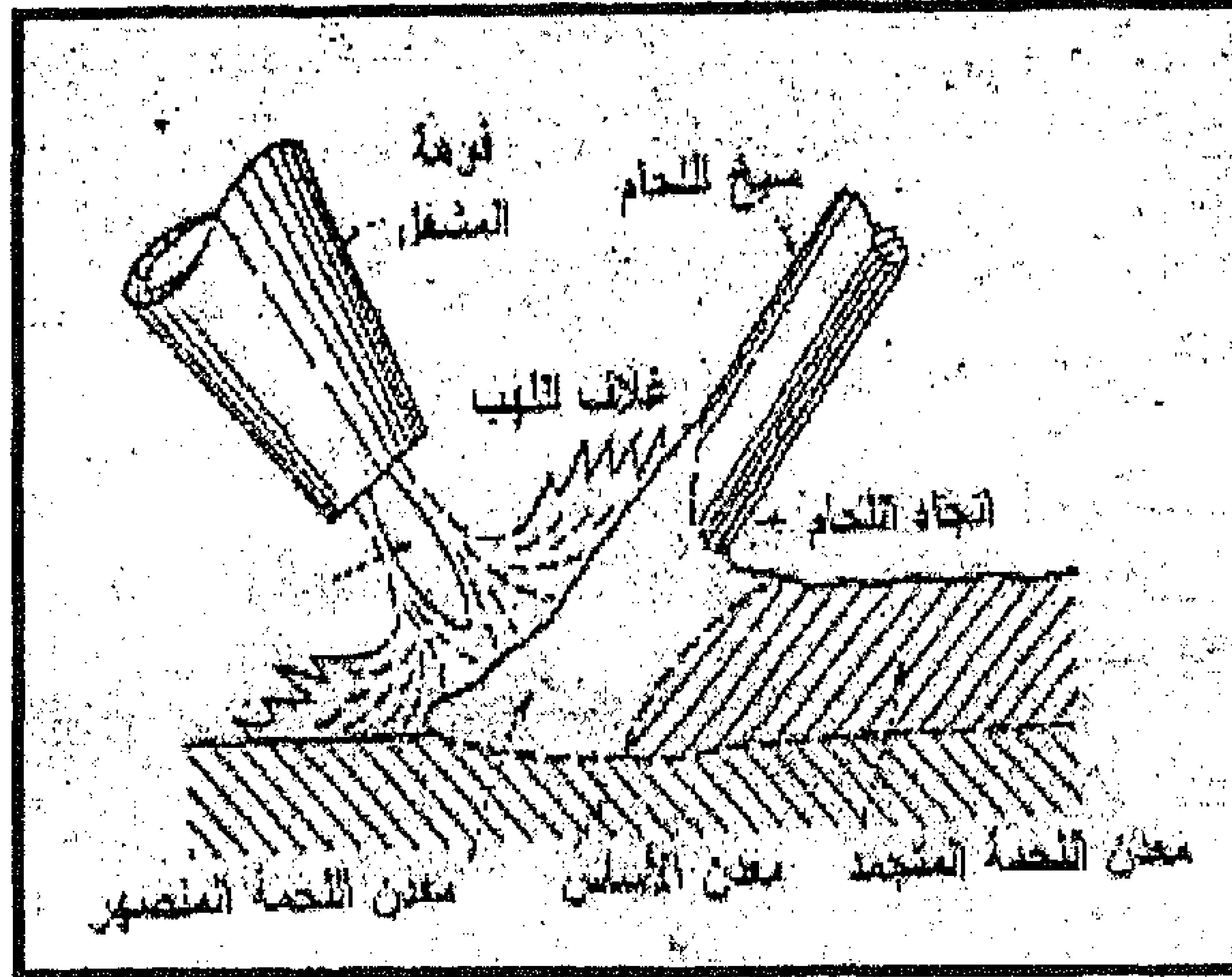
- لحام البقعة (النقطة).
- لحام التدريز.
- لحام البروز.
- لحام الفلطحة.

اللحام الغازي:

ومن أكثر الأنواع استخداماً هو لحام الأكسي أسيتلين، حيث يستخدم في هذا اللحام مزيج من غاز الأكسجين و الأسيتلين بنسب خلط معينة للحصول على لهب بدرجة حرارة كافية لصهر المعادن المراد لحامها،وقد يعتمد فقط على اللهب في إجراء اللحام، وقد يتم استخدام سلك إضافة يتم صهره على القطع المراد لحامها.

أسطوانات لحام الأكسي أستلين

أمثلة على طريقة استخدام اللحام الغازي

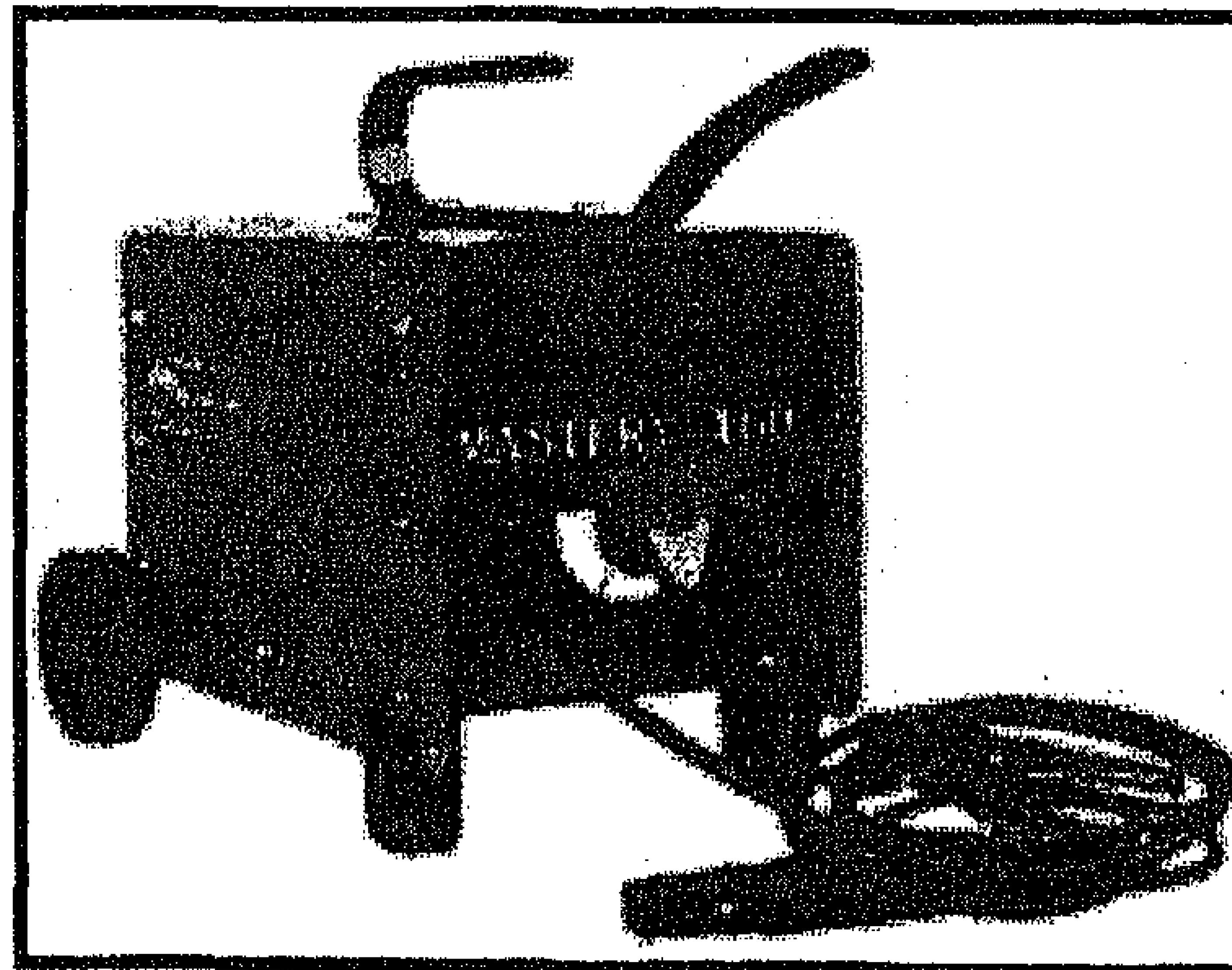


أمثلة على طريقة استخدام اللحام الغازي

لحام القوس الكهربائي:

ويستخدم هذا النوع من اللحام على نطاق واسع إذ يتم تحويل الطاقة الكهربائية إلى حرارة على شكل قوس كهربائي، حيث تستخدم الحرارة المتولدة بهذا الأسلوب في صهر الالكترود (سلك اللحام) على المعادن المراد لحامها.

ومن أهم تقسيمات اللحام بالقوس الكهربائي اللحام بالقوس المحجب، واللحام بالقوس المغمور.



ماكنة لحام القوس الكهربائي

اللحام بالقوس المغمور:

في هذه العملية ينتج الاندماج بواسطة التسخين بقوس كهربائي يتولد بين قطب كهربائي (الكترود) مصنوع من معدن عار غير مكسو، وبين الشغلة. ويحجب اللحام مسحوق مادة حبيبة قابلة للانصهار تتساقط على الشغلة.

اللحام بالقوس المحجب:

وفي هذا النوع من اللحام يستخدم إلكترود مغطى بطبقة من مسحوق (بودرة) ذات تركيب كيميائي يحافظ على جودة اللحام ويمنع وصول الهواء والأكسجين إلى منطقة اللحام أثناء الصهر.

اللحام بالضغط:

وفي هذا اللحام يتم الحصول على وصلة متينة من خلال وجود الضغط المرافق للحرارة، ويتميز هذا النوع بعدم تكون طبقة أكاسيد على خط اللحام مما يضمن وصلة قوية ومتينة.

ويقسم اللحام بالضغط إلى الأقسام التالية:

1. اللحام فوق الصوتي.
2. اللحام الانتشاري.
3. اللحام الاحتكاكي.
4. اللحام الانفجاري.

اللحام بالقوس الكهربائي Electric Arc Welding

القوس الكهربائي واستخداماته في اللحام:

يلزم لفهم تطبيق القوس الكهربائي على أساليب اللحام، نستعرض أولاً بعض حقائق أساسيات متعلقة بالكهرباء.

مقدمة:

لن ينساب تيار كهربائي منتظم ما لم يتهيأ له ممر أو دائرة موصولة ويسمى مثل هذا الممر الذي ينساب فيه التيار الكهربائي: " دائرة كهربائية " .

ويسري التيار الكهربائي في طول موصل، بمثل جريان الماء في طول الأنبوبة، يلزم أن تتوافر له قوة دافعة معينة، تتهيأ إما من الفرق في مستوى الماء أو بواسطة مضخة. ويشبه ذلك كثيراً سريان التيار في طول سلك إذا ما توافرت قوة دافعة كهربائية ناتجة عن فرق في الجهد أو بوساطة مولد كهربائي وتسمى وحدة القوة الدافعة الكهربائية (الفولت)، كما تسمى القوة الدافعة الكهربائية (الفولتية) أو فرق الجهد، ويقصد بالمصطلحين الدفع الذي يعمل على تحريك الكهرباء.

وتسمى نقط الجهد الأعلى (القطب الموجب) أو (الأنود)، وتسمى نقطة الجهد الأقل (القطب السالب) أو (الكاثود).

اللحام بالقوس الكهربائي:

هو عملية ربط دائم للقطع المعدنية عن طريق الانصهار باستخدام سلك خاص يناسب طبيعة المعادن المراد ربطها دون الحاجة إلى استخدام أي ضغط خارجي مباشر أو غير مباشر. ويعتبر القوس الكهربائي مصدراً للحرارة اللازمة لتسخين كل من القطعة وسلك اللحام إلى درجة الانصهار.

القوس الكهربائي:

يتكون القوس الكهربائي من تدفق أبخرة معدنية متوهجة تحمل تياراً كهربائياً، ويسري بعد فصل موصلين في دائرة كهربائية كانا متلامسين، وذلك إذا توافرت فولتية كافية فإبقاء سريان التيار خلال الجو الغازي المحيط.

وهو تفريغ شحنة كهربائية بين قطبين خلال وسيط من الغازات المؤينة تعرف باسم البلازما ولا يتم توليد القوس الكهربائي دون تأين الوسيط الغازي وتتم عملية التأين بإحدى طريقتين تحت الضغط الجوي العادي هما:

1. استعمال تيار كهربائي ذي ضغط عالي: ويستخدم هذا النوع في عمليات اللحام بالقوس الكهربائي مع استعمال غازات حاجبة وتصل قيمة ضغط التيار(10.000) فولت وهذا الضغط كافي لتوليد القوس الكهربائي بين قطبين وبعد أن يتكون القوس ينخفض الضغط الكهربائي ويبدأ التيار بالارتفاع.
2. عن طريق خلق تماس كهربائي: وهذه الطريقة هي المستخدمة في اللحام بالقوس الكهربائي اليدوي حيث يتم تقريب الحامل لسلك اللحام من القطعة المراد لحامها والموصولة بالقطب الثاني إلى أن يحصل تماس كهربائي ثم نبدأ بأبعاد القطب الحامل للسلك ونتيجة لحدوث التماس الكهربائي يؤدي إلى ارتفاع درجة حرارة النقطة لحدوث التماس الكهربائي إلى درجة حرارة كافية لصهر سلك اللحام.

وعندما نبدأ بإبعاد السلك فإن جسر المعدن المذاب الذي يولد بخار المعدن يشكل ممراً مناسباً للقوس الكهربائي (الوسيط المؤين)، وبذلك يتولد القوس الكهربائي.

استعمال القوس الكهربائي في اللحام:

تستعمل الحرارة المتولدة عند طرفي القوس وفي مجرى القوس لصهر المعدنين المراد لحامهما عند نقطة الاتصال، بحيث ينسابان ويتلاحمان ويكونان كتلة صلبة متكاملة عند تجمد المعدن. وهكذا يمكن وصل الأجزاء المختلفة، أو يمكن إضافة المواد إلى أسطح المعادن.

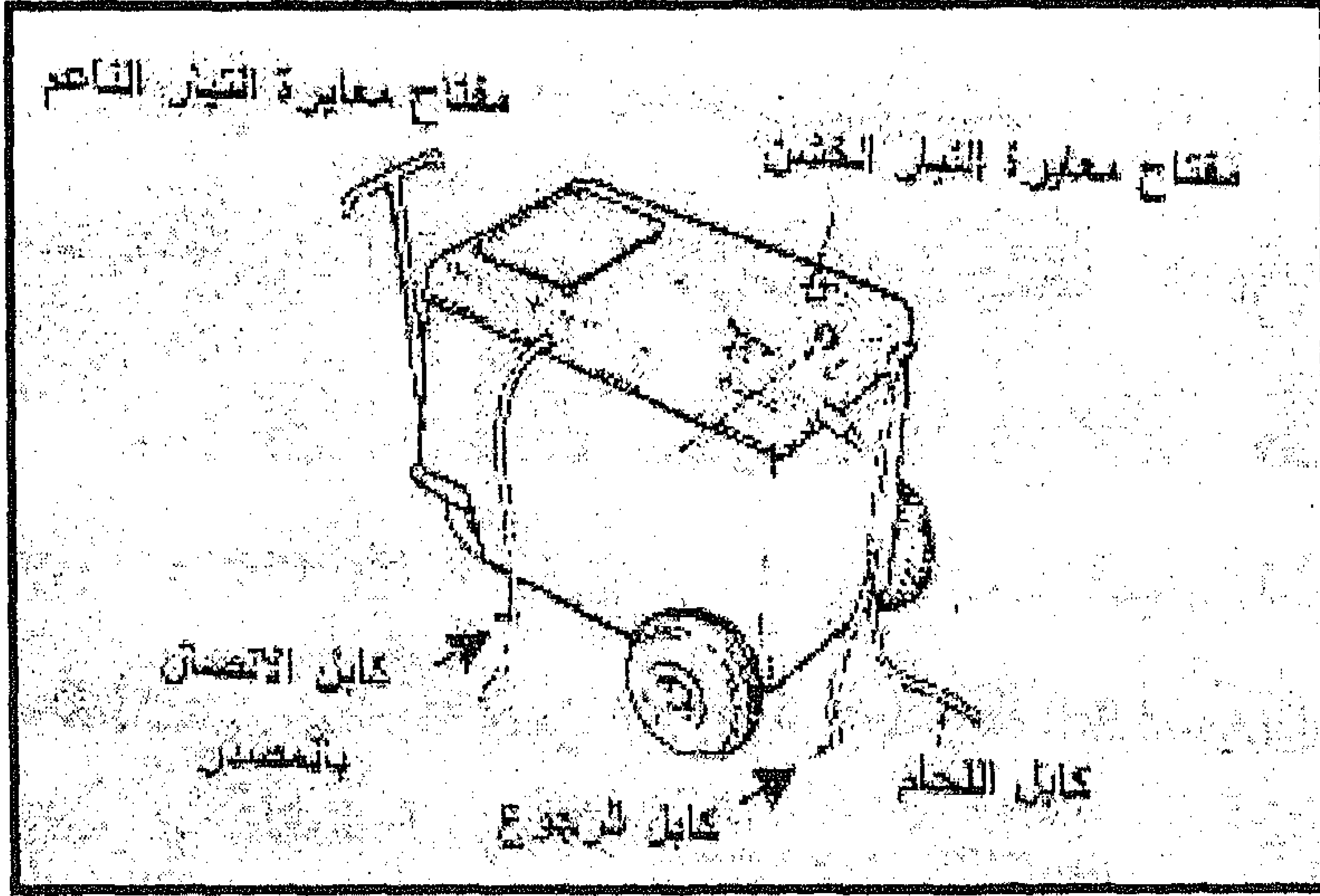
وتبلغ درجة حرارة القوس حوالي 3600 C، وعند تركيز هذه الحرارة الهائلة عند نقطة اللحام ينصهر المعدن في هذه النقطة وتتكون بركة صغيرة من المعدن في الشغلة. وإذا لزم معدن إضافي للحام، يؤخذ من سلك أو سيخ، تصهره حرارة القوس، فيترسب سائل في هذه البركة الصغيرة، ويقلب المعدن المنصهر في البركة بفعل القوس، ويتخالط المعدن المضاف تماماً مع معدن الأساس، فتتكون بذلك بعد التجمد وصلة متينة.

آلات اللحام بالقوس الكهربائي:

يمكن تصنيف آلات اللحام بالقوس الكهربائي تبعاً لنوع التيار المستخدم في عملية اللحام ضمن مجموعتين هما:

- آلات اللحام ذات التيار المتغير (A.C)

يبين الشكل (1) المظهر الخارجي لأحد أنواع (أشكال) هذه الآلات هذه المركبة على عجلات مطاطية لتيسير عملية نقلها وتحريكها.



شكل (1)

حيث يظهر من الشكل كابل وصل الآلة بالمصدر الكهربائي ومفتاح تشغيل الآلة ومفاتيح معايرة التيار الكهربائي الخشن والناعم بالإضافة إلى الكوابل الخارجية من الآلة إلى كل من مقبض سلك اللحام (كابل اللحام)، وكابل الاتصال بالقطعة المراد لحامها (كابل الرجوع).

- مزايا آلات اللحام ذات التيار المتغير :

تمتاز آلات اللحام ذات التيار المتغير بما يلي:

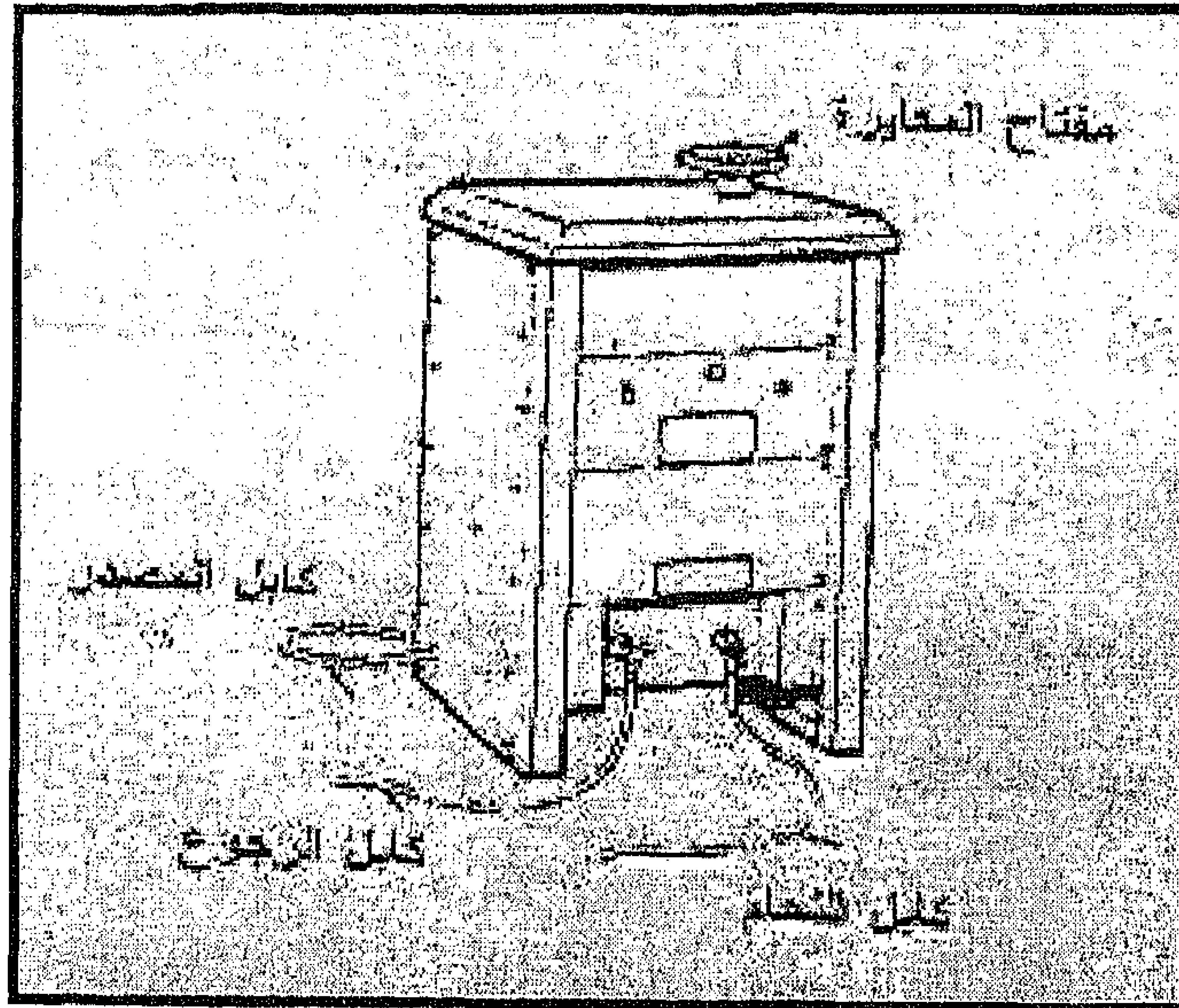
1. نظراً لتبدل مسار التيار الكهربائي عدد ذبذبات التيار الكهربائي في الأردن 50 ذبذبة في الثانية (50 Hz).
2. عدم تركيز خطوط المجال المغناطيسي في النهايات مما يسبب عدم حدوث ما يعرف باسم ارتداد القوس التي تحدث في آلات التيار المستمر والتي يسبب بعض المشاكل في عملية اللحام.
3. انتظام خط اللحام الناتج ونظافته من الشوائب.

◆ آلات ذات التيار المستمر (D.C)

يتم الحصول على التيار المستمر بأحد الطرق التالية:

1. استخدام موحد التيار مع آلة اللحام التيار المتغير والتي تستخدم محول القدرة، حيث يتم وصل قطبي التيار الخارج بنهايتي الموحد، ويعمل الموحد هنا على تحويل التيار الكهربائي من تيار متغير إلى تيار مستمر.

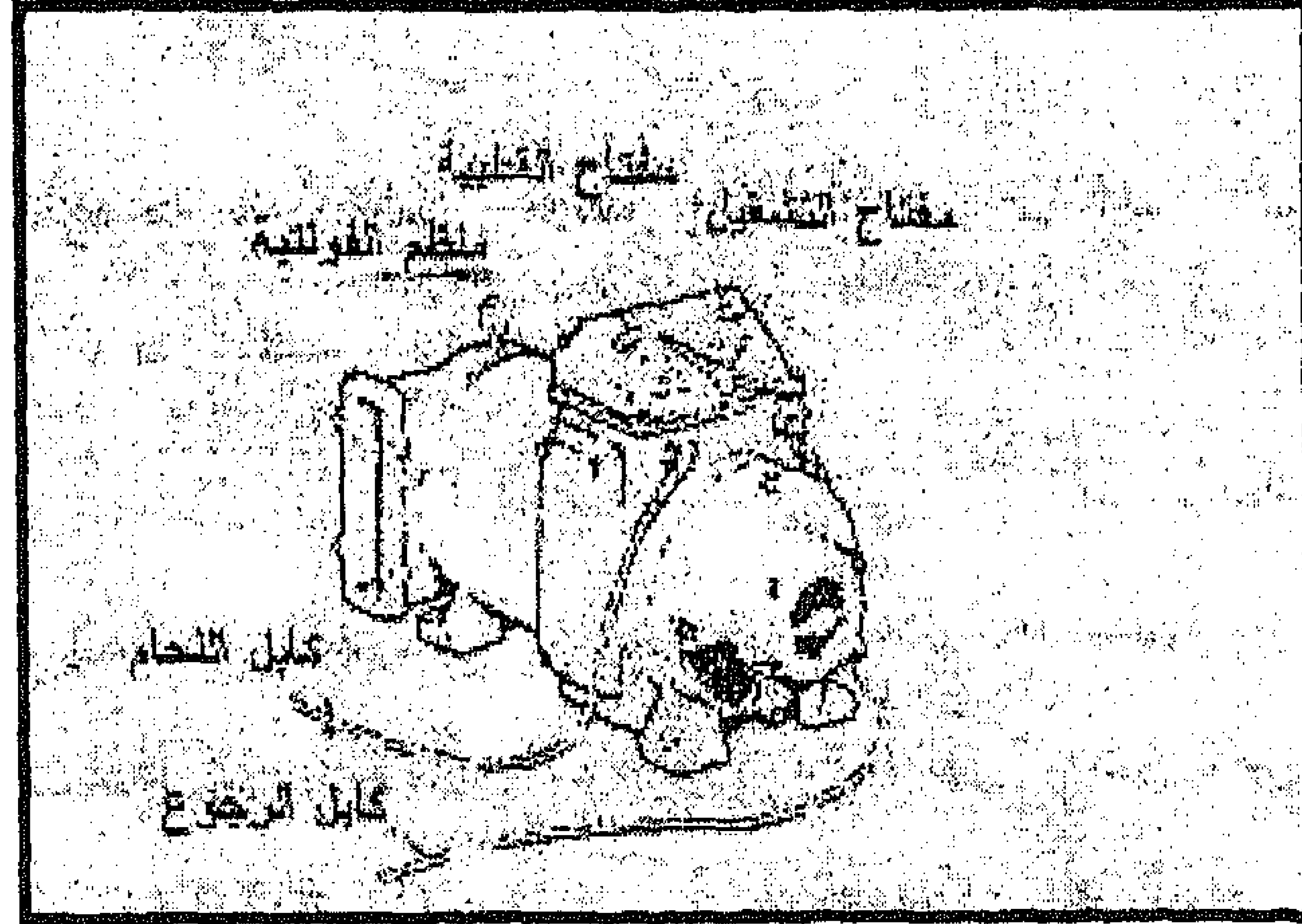
ويبين الشكل (2) المظهر الخارجي لآلة اللحام ذات التيار المستمر المستمد من الموحد الكهربائي ويظهر في الشكل يد تنظيم التيار اللازم لعملية اللحام بالإضافة إلى الكابل الموصل بالمصدر الكهربائي وكابلي اللحام. وتستخدم هذه الآلة في حالتي اللحام بالتيار المستمر أو التيار المتغير عن طريق التحكم بوصل الموحد مع الدائرة الكهربائية أو فصله عنها.



شكل (2)

2. استخدام مولد تيار مستمر: وهناك طريقتين مستعملتين لتحريك المولد الكهربائي هما:

أ. استخدام محرك كهربائي: يبين الشكل (3) آلة اللحام ذات تيار مستمر يولد بواسطة مولد تيار مستمر يدار عن طريق محرك كهربائي يتصل بالمصدر الكهربائي.



شكل (3)

ب. استخدام محرك احتراق داخلي: يبين شكل (4) آلة لحام ذات تيار مستمر يولد بواسطة مولد تيار مستمر يدار عن طريق محرك احتراق داخلي يستعمل إما البنزين أو السولار كوقود.

ويستعمل هذا النوع في الأماكن التي لا يتوفر فيها مصدر كهربائي.

أسلوب اللحام بالقوس المعدني:

في أسلوب اللحام بالقوس المعدني يحدث القوس بين الشغلة المراد لحامها وبين سيخ معدني، فتصهر حرارة القوس الشديدة موضع اللحام في الشغلة وفي السيخ المعدني، وبذلك يغذى السيخ المنصهر، أو الإلكترود، الشغلة بمعدن الإضافة الذي يسمى أحياناً (معدن الحشو) أو (معدن الملء)، ويجب أن يغذى معدن الإضافة هذا بمعدل منتظم تجاه معدن الأساس.

أساليب لحام القوس المحجب وغير المحجب:

للصلب المنصهر ألفة للأكسجين والنيتروجين، فإذا تعرض للهواء الجوي يدخل في اتحاد كيميائي مع أكسجين الهواء ويكون أكاسيد ونيتريدات في الصلب. وهذه الشوائب تضعف الصلب وتجعله قصيفاً كما تقلل مقاومته للتآكل.

واللحمة المثالية هي التي تتساوى خواصها مع خواص الجزأين الموصلين أو تفوقها. وفي أسلوب اللحام بالقوس الكهربائي، يمكن الحصول على مثل هذه اللحمة عن طريق الحماية الفعالة لمعدن الإضافة المنصهر في مجرى القوس، وكذلك حماية معدن الأساس من تأثيرات أكسجين ونيتروجين الهواء في أثناء المدى الكامل للتسيل والتصلد.

ويمكن تحجيب القوس بتغليفه تماماً بغاز خامل لا يدخل في اتحاد كيميائي مع المعدن المنصهر، من الاتصال أو التلامس مع الجو.

مصدر تيار لحام القوس الكهربائي:

قوس اللحام والاشتراطات الكهربائية الواجب توافرها فيه:

من المعروف أن الأحمال الكهربائية العادية، كالسخانات والمصابيح، تكون منتظمة نسبياً من حيث شدة التيار والفولتية، ولكنها تكون في قوس اللحام الكهربائي غير منتظمة مطلقاً في كليهما. فمثلاً، قد تتسبب الكريات المنصهرة عن معدن اللحمة في اتصال معدني يقصر الدائرة تشريت مرة أو أكثر في الثانية الواحدة. ويحدث كذلك هذا الاتصال فتقصر الدائرة الكهربائية في كل مرة يسبب فيها العامل تلامس الإلكترود مع الشغلة عند قدحه للقوس. وكلما حدثت لحظات اتصال و قصر في الدائرة الكهربائية، وهي عديدة، تهبط مقاومة دائرة اللحام الكهربائية هبوطاً بسبب اندفاعات مفرطة في التيار في كل لحظة من تلك

اللحظات،لها ما لم يصمم المولد الكهربائي بحيث يمنع هذه الاندفاعات، ولو كان ذلك في أثناء انخفاض المقاومة السائدة عند الدائرة المقصورة، فإنه يتولد من اندفاعات التيار المفرطة هذه حرارة عظيمة، وينتج عن ذلك أن يتناثر الإكترود وتكثر التصاقاته.

اختيار قيمة تيار اللحام:

تتوقف عملية اختيار قيمة تيار اللحام على مقدار الحرارة اللازمة لصهر طرق قطعة اللحام وسلك اللحام فكلما زاد سمك القطعة المراد لحامها وقطر سلك اللحام زادت قيمة الحرارة اللازمة وبالتالي قيمة التيار وليست هنالك قاعدة عملية محسومة (أي يعتمد عليها) تحدد اختبار قيمة التيار إنما هناك قواعد تقريبية تساهم في اختيار قيمة قريبة للتيار اللازم:

- إذا كان قطر السلك بالملم.

قيمة التيار = القطر بالملم × 40

مثال : سلك لحام قطره 2.5 mm جد قيمة تيار اللحام

قيمة التيار = 2.5 × 40

= 100 أمبير

وعموماً يتم تجريب القيمة التقريبية ومن ثم تتم المعايرة للحصول على التيار المناسب لعملية اللحام.

تشغيل آلة اللحام:

قبل تشغيل أي آلة لحام لا بد من الرجوع إلى دليل الشركة الصانعة لمراعاة تعليمات وخطوات التشغيل.

وعموماً قبل تشغيل الآلة يجب التأكد من وصول التيار الكهربائي إلى الآلة عن طريق المفتاح الكهربائي ذي المصهرات ويجب تفقد الكوابل ووصلاتها وعوازلها إذ يجب أن تكون خالية من التشقق والاهتراء ويجب التأكد من إحكام ربط الكابل بمقبض اللحام. وقبل كل شيء يجب التأكد من ملاءمة التيار الكهربائي المحلي للآلة.

اللحام بالقوس المعدني العاري والقوس المحجب

تحريك القوس وما يتطلبه:

ليس من شك أن الفهم الكامل لمتطلبات قوس اللحام تفيد في تعلم تحريك القوس وتناوله عند اللحام بالقوس المعدني.

مسك الإلكترود:

يفضل في أسلوب اللحام اليدوي بالقوس المعدني مسك الإلكترود من النهاية البعيدة عن طرف القوس ليتيسر ترسيب طول الإلكترود بأكمله دون فصم القوس. إلا أنه في بعض الأحيان (لتجنب تجاوز حد تسخين الإلكترود)، تزود الإلكترودات الصغيرة جداً و الإلكترودات المغلفة ذات الطول الزائد بقسم مكشوف في وسطها لقبضة ماسك الإلكترود.

وفي أسلوب اللحام الآلي بالقوس المعدني، يبذل الجهد لتوصيل التيار إلى الإلكترود في أقرب مكان ممكن عملياً من طرف القوس، فيزداد تيار اللحام كما تزداد سرعة اللحام، وذلك لتركيز سخونة الكترود في نطاق طول قصير جداً.

قدح القوس (توليد القوس):

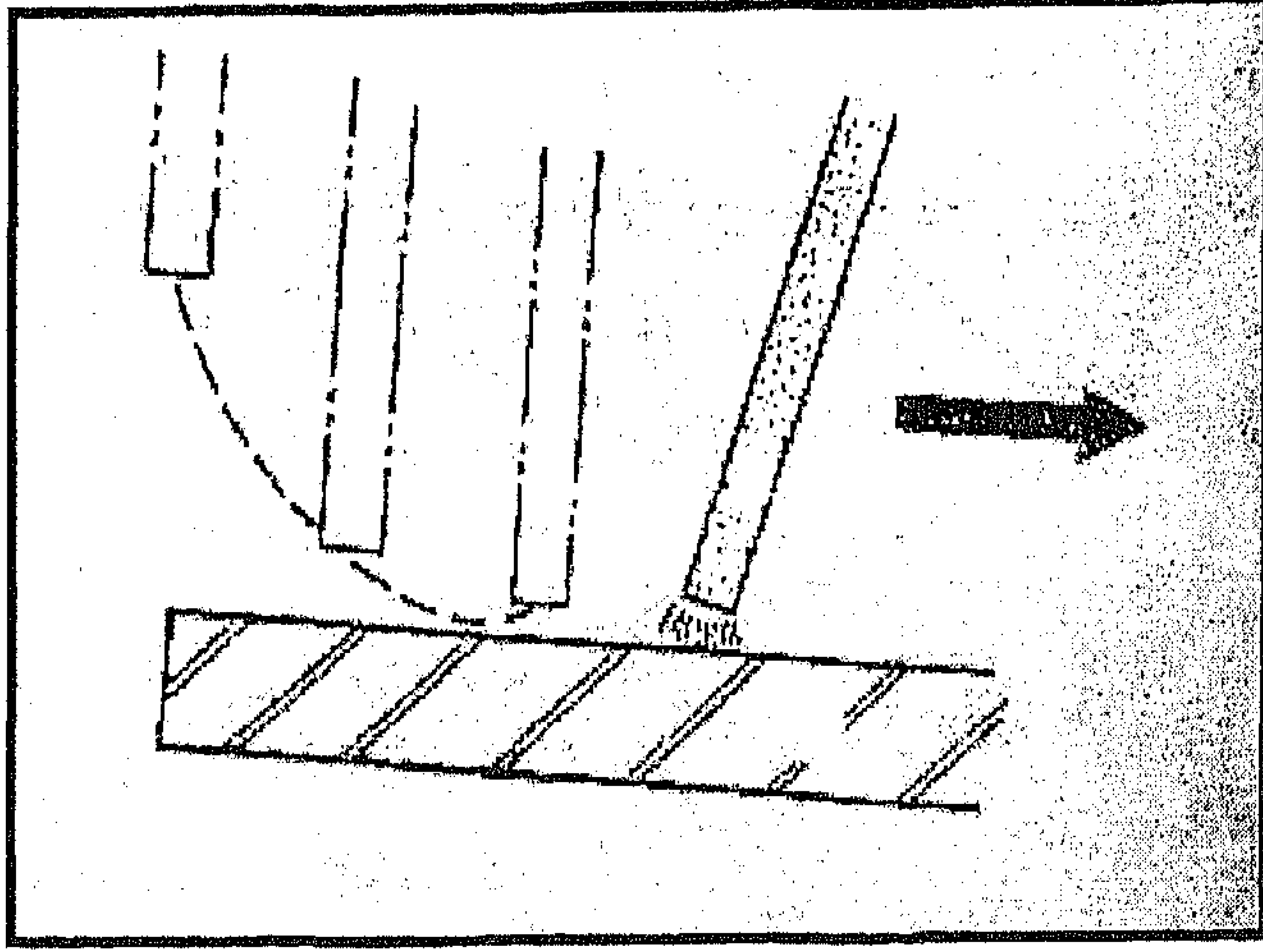
لإشعال أو لقدح القوس المعدني أو الكربوني، يلامس الإلكترود مع الشغلة، ثم يسحب الإلكترود مسافة لا تتجاوز المسافة اللازمة لإبقاء القوس تحت ظروف اللحام المؤدى.

وعند قدح قوس معدني، يميل الإلكترود إلى (التجمد) أو الالتصاق بالشغلة، نتيجة للاندفاع الفجائي للتيار الكهربائي الذي حثه تقصير الدائرة الكهربائية. وفي اللحام اليدوي بالقوس العاري، يكون هذا الميل واضحاً جداً، ولذلك يفضل استخدام حركة مستعرضة لقدح القوس. وتماثل هذه الحركة حركة قدح عود الثقاب.

ويولد القوس الكهربائي بإحدى طريقتين:

1. **طريقة الحك Scratch:**

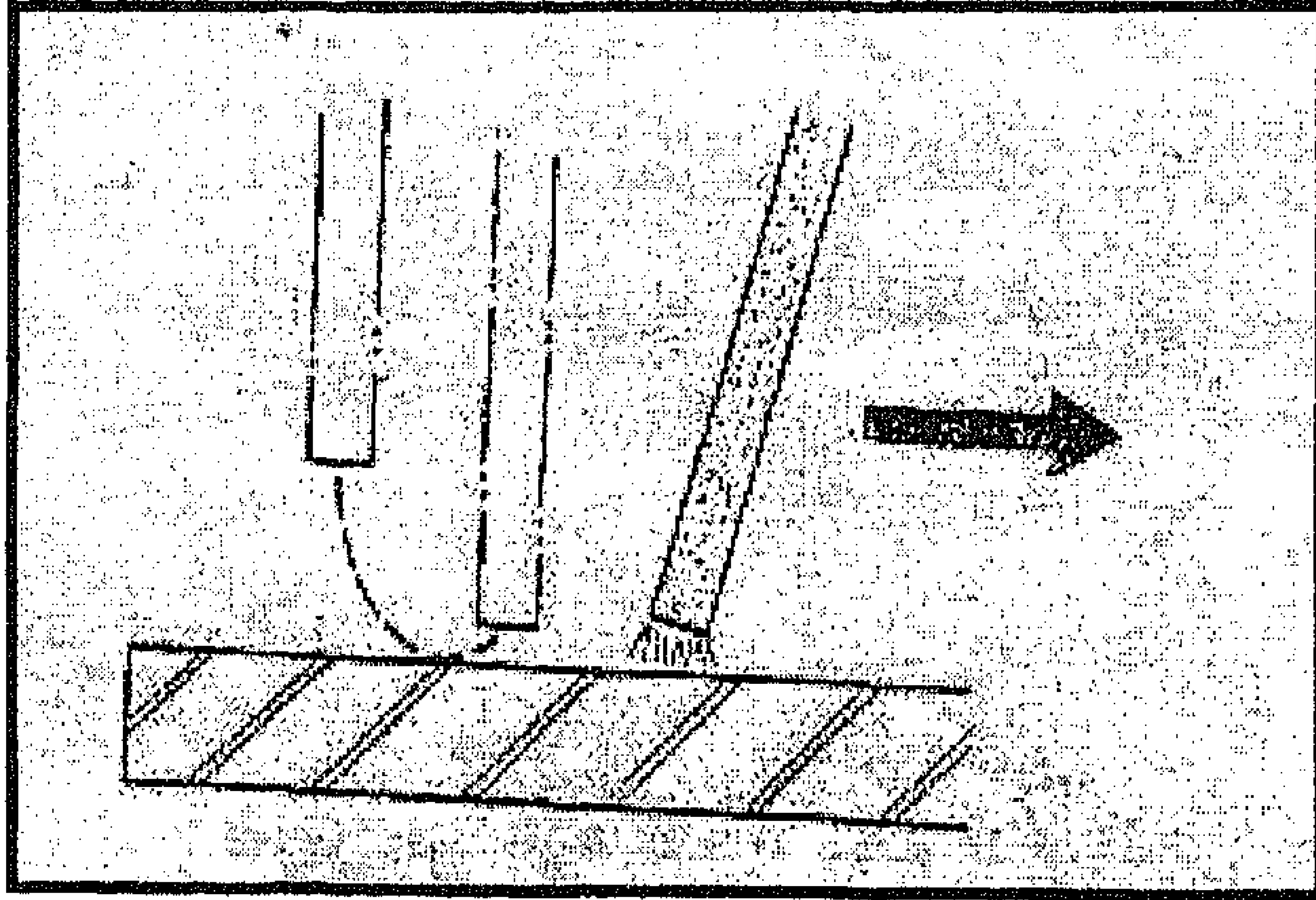
حيث تتم عملية الحك بطريقة مشابهة لحك عود الثقاب لإشعاله والشكل (5) يوضح هذه الطريقة وبعد تولد القوس يحافظ على فراغ بين طرف السلك وقطعة العمل بمقدار يعادل قطر السلك.



شكل (5) طريقة الحك

2. طريقة النقر Tapping method:

حيث تنقر قطعة العمل بطرق سلك اللحام كما في الشكل (6) وعند تولد القوس يحافظ على فراغ بين طرف السلك وقطعة العمل بمقدار يعادل قطر السلك.



شكل (6) طريقة النقر

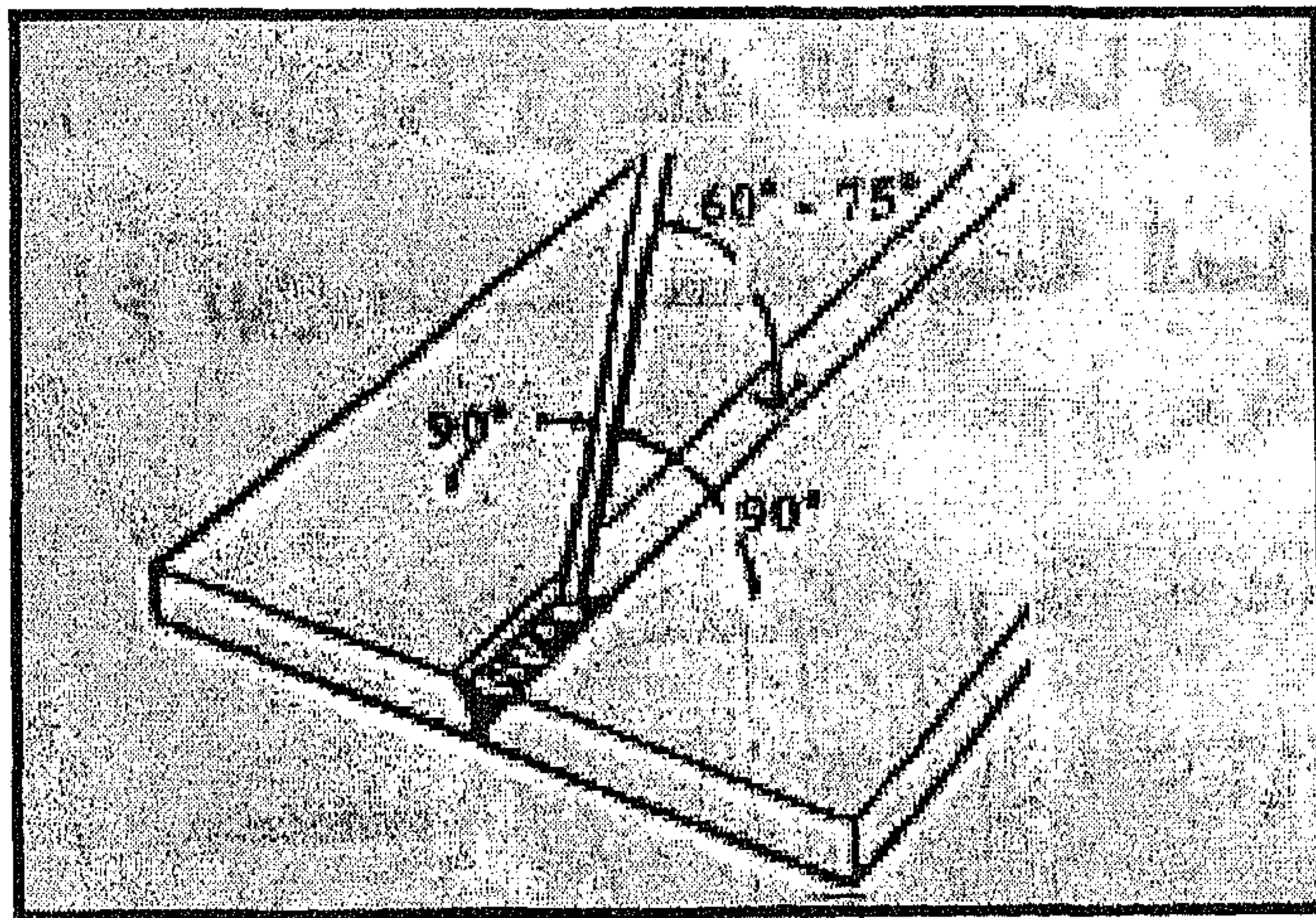
إبقاء القوس :

يستبقى القوس المعدني بعد قدحه عن طريق تحريك الإلكترود حركة مستمرة منتظمة تجاه الشغلة للتعويض التقدمي لجزء من الإلكترود الذي انصهر وترسب في اللحمة. وفي نفس الوقت، يحرك الإلكترود كذلك تقدمياً، أي في اتجاه اللحام.

ميل الإلكترود على الشغلة:

تتحدد جودة معدن اللحمة بدرجة ملحوظة عن طريق وضع الإلكترود الزاوي على الشغلة، كما قد يتوقف كذلك على هذا الوضع خلو اللحام مع القطع المنخفض (النحر) ومن انحباس الخبث، مع سهولة في ترسيب معدن الإضافة في اللحمة، كذلك تحقق انتظامية الانصهار، وحدودية اللحمة التي تتأثر بالتوتر السطحي وثقل المعدن المنصهر.

ويكون إلكترود اللحام عمودياً على مستوى القطع المراد لحامها كما في الشكل (7) وفي حال اللحام في الوضع الأرضي للوصلة التناكبية يميل الإلكترود باتجاه الحركة وتكون الزاوية بين مستوى خط اللحام و إلكترود اللحام بين (75- 65).

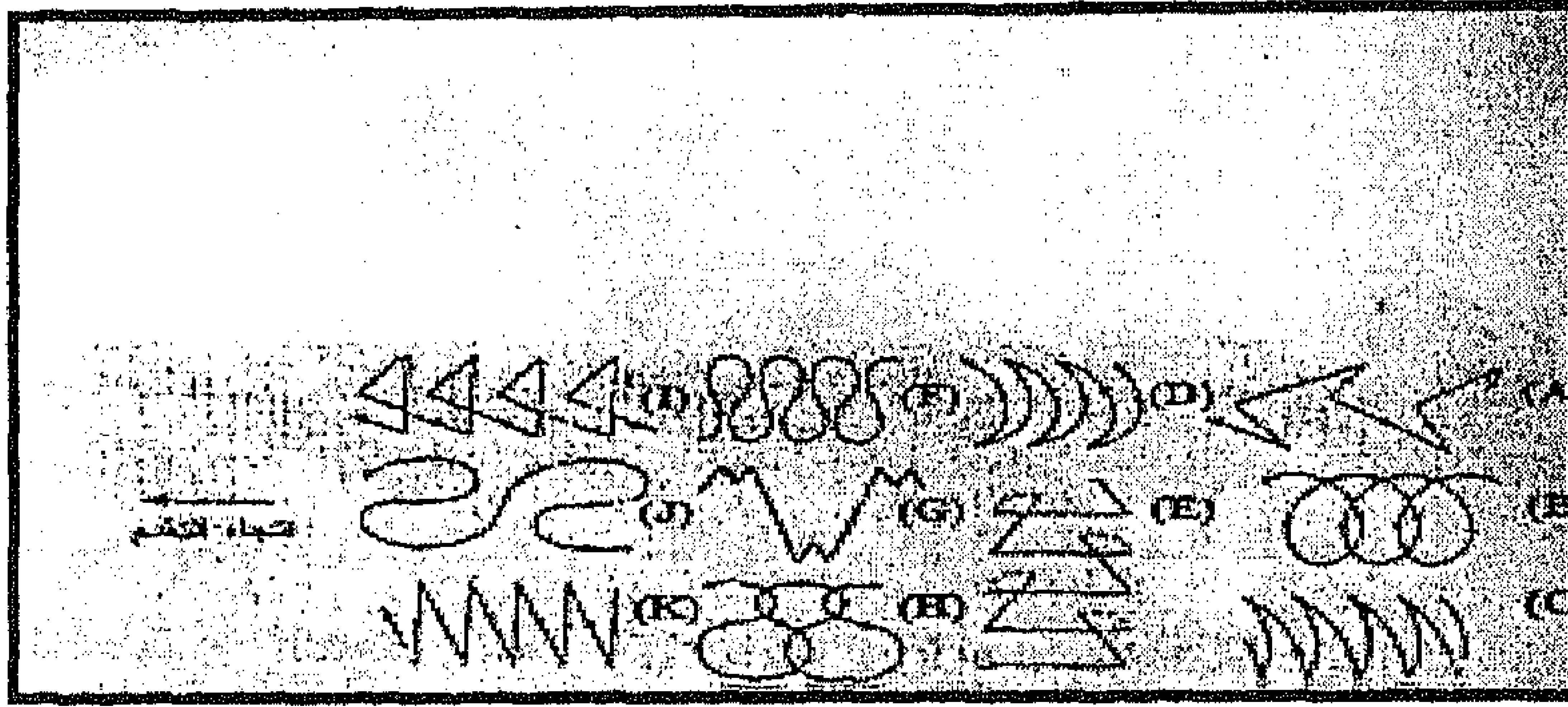


شكل (7) زاوية إلكترود اللحام

أرجحة الإلكترود:

يفضل غالباً عند ترسيب معدن اللحمة توسيع عرض المعدن المرسب عما يحل عليه من شريط خطي. وفي مثل تلك الحالات يحرك الإلكترود حركة ترجحية في أثناء تقدمه على طول خط اللحمة و بترجيح الإلكترود، يمكن زيادة ترسيب المعدن في شريط واحد، وليس ذلك عند لحام حز على شكل (V) بالألواح السميكة فحسب، بل كذلك عند عمل اللحمة زاوية أو عند عمل تكسية باللحام.

وتستعمل عدة حركات تأرجحية مختلفة في اللحام، ولكن يلزم في كل الحالات أن تكون الحركة التأرجحية منتظمة، أما إذا كانت غير منتظمة، فقد يصبح الانصهار ضعيفاً عند حافات المعدن المرسب.



شكل (8) أمثلة للحركات التأرجحية

القطبية Polarity:

قد يعزى المصطلح (القطبية) في اللحام إلى الحقيقة التي تقول بأن لكل دائرة كهربائية طرفاً أو قطباً موجباً وآخر سالباً.

وفي دائرة تيار مستمر، يسري التيار في اتجاه واحد فقط. ويسمى الخط الذي يحمل التيار من المغذي بالجانب (الموجب)، والخط الذي يعيد التيار إلى المغذي بالجانب (السالب)، إن حوالي 60 إلى 75 في المائة من الحرارة تتولد عند الجانب الموجب للدائرة ومن 10 إلى 25 في المائة عند الجانب السالب.

وحيث أن كتلة الشغلة المراد لحامها تكون عادة أكبر من كتلة الإلكترود، فيفضل أن تولد في الشغلة حرارة أكثر مما تولد في الإلكترود، بحيث يصل كلاهما إلى درجة حرارة الانصهار في نفس الوقت. ولذلك فعند استخدام اللحام بتيار مستمر وبالكترودات من الصلب، عارية أو خفيفة التغليف، وهناك نوعان من القطبية:

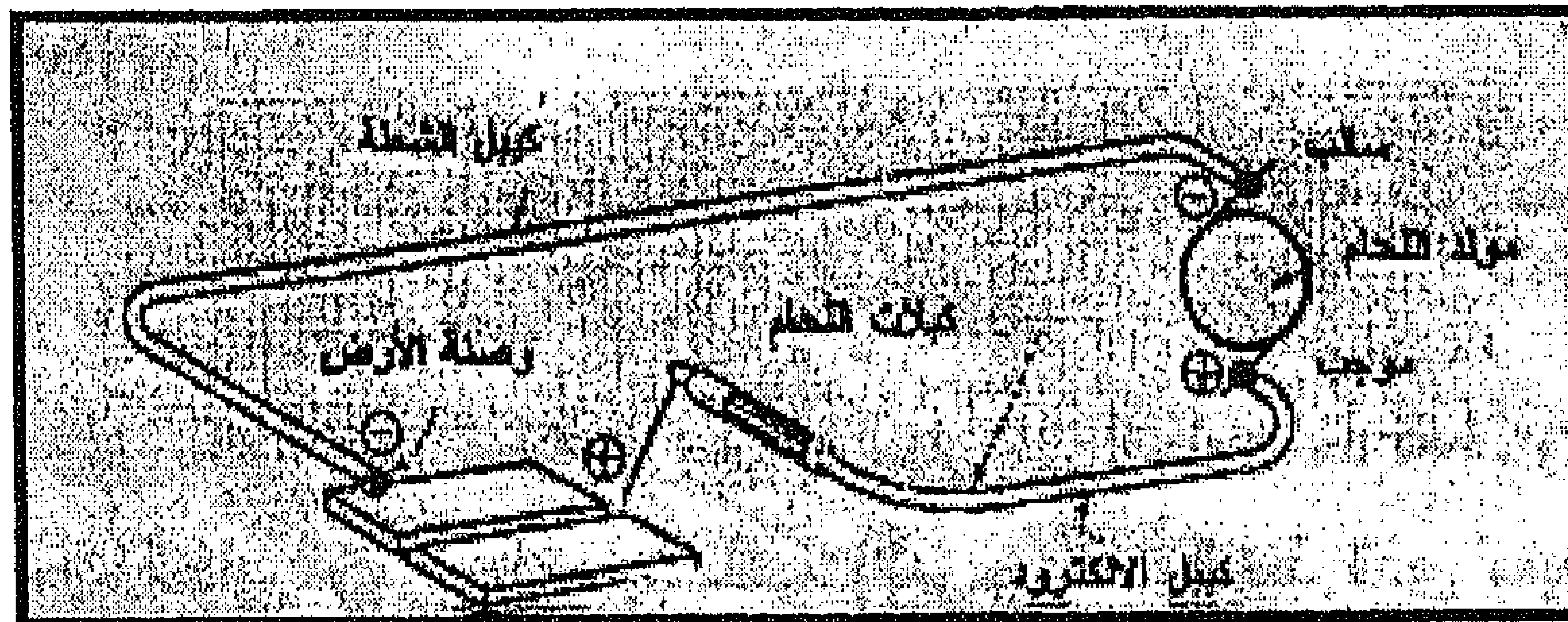
1. القطبية المباشرة أو المستقيمة Straight Polarity : وفيها توصل الشغلة بالجانب الموجب للدائرة، ويوصل الإلكترود بالجانب السالب.



شكل (9) توصيلات القطبية المباشرة (المستقيمة)

وتستخدم هذه الطريقة في لحام المعادن والقطع السميكة وفي حالة النفاذ الكامل.

2. القطبية المعكوسة Reversed Polarity :حيث يتم وصل الشغلة بالطرف السالب و الإلكترود بالطرف الموجب.



شكل (10) توصيلات القطبية المعكوسة

وتستخدم هذه الطريقة في حالة لحام القطع الرقيقة أو في حالة النفاذ المحدود.

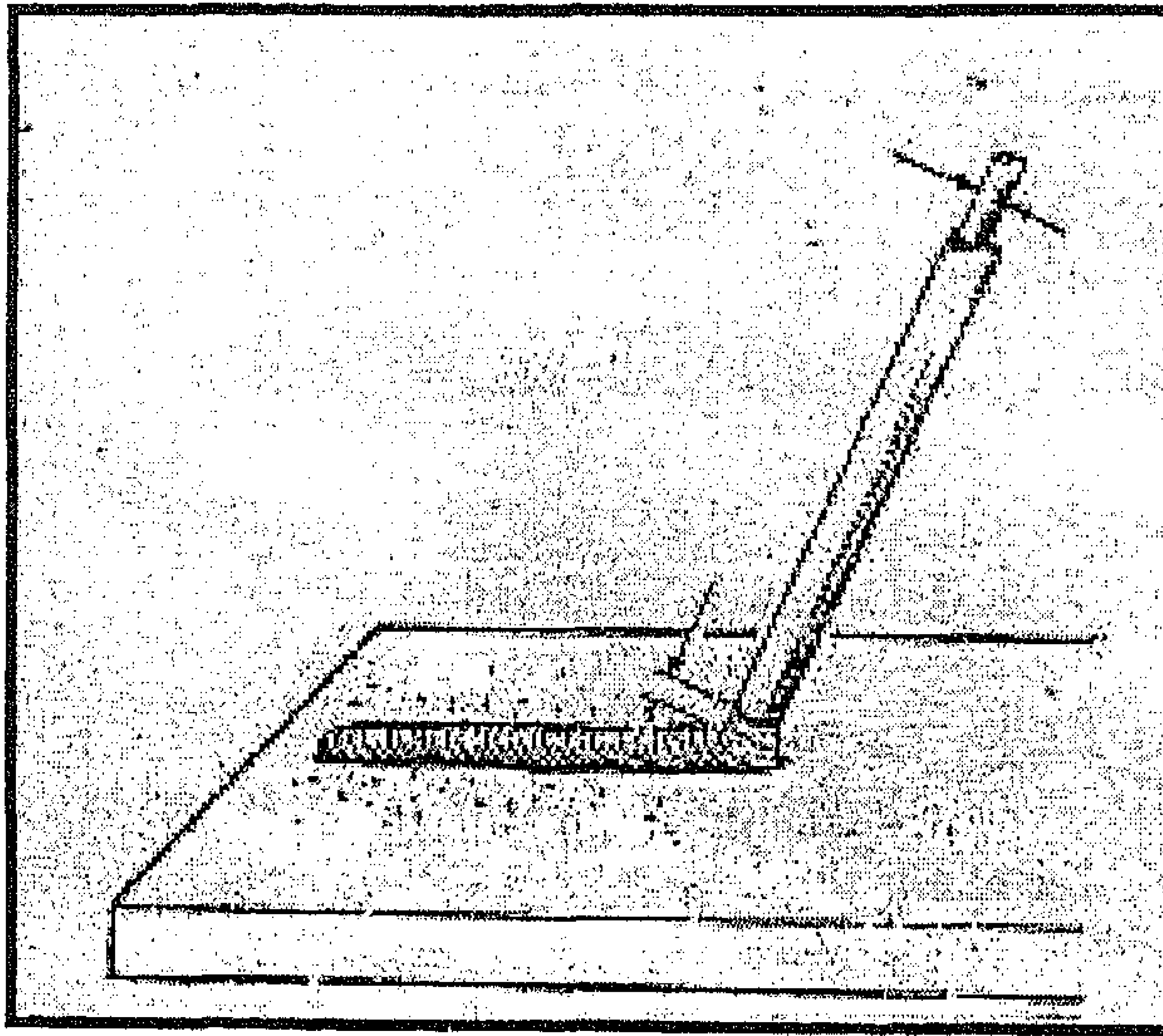
طول القوس:

يحدد نوع الإلكترود وقطره والتيار الكهربائي المستعمل الطول الصحيح للقوس، وبشكل عام يكون طول القوس مساوياً تقريباً لقطر قلب معدن الإلكترود.

وتتطلب اللحامات الرأسية والأفقية والعلوية أقواساً أقصر مما يلزم للحام في الوضع المسطح.

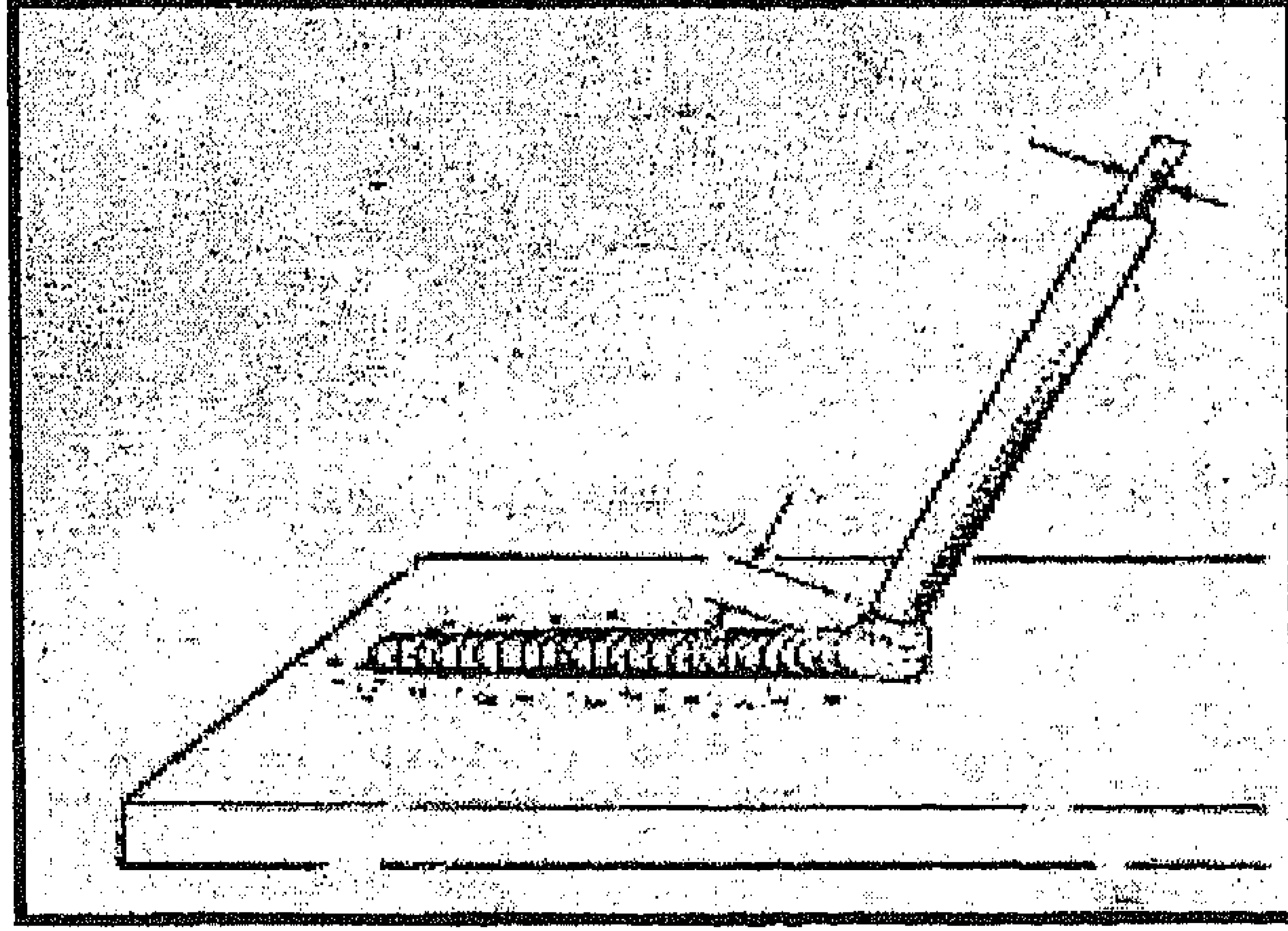
وهناك ثلاث حالات لطول القوس الكهربائي هي:

1. الحالة المبينة في الشكل (11) حيث يبدو طول القوس مساوياً لقطر السلك وفي هذه الحالة يكون خط اللحام ناعماً ومنتظماً وتكون ذرات المعدن المنصهر المتطاير قليلة وناعمة لا تشوه سطح القطعة.



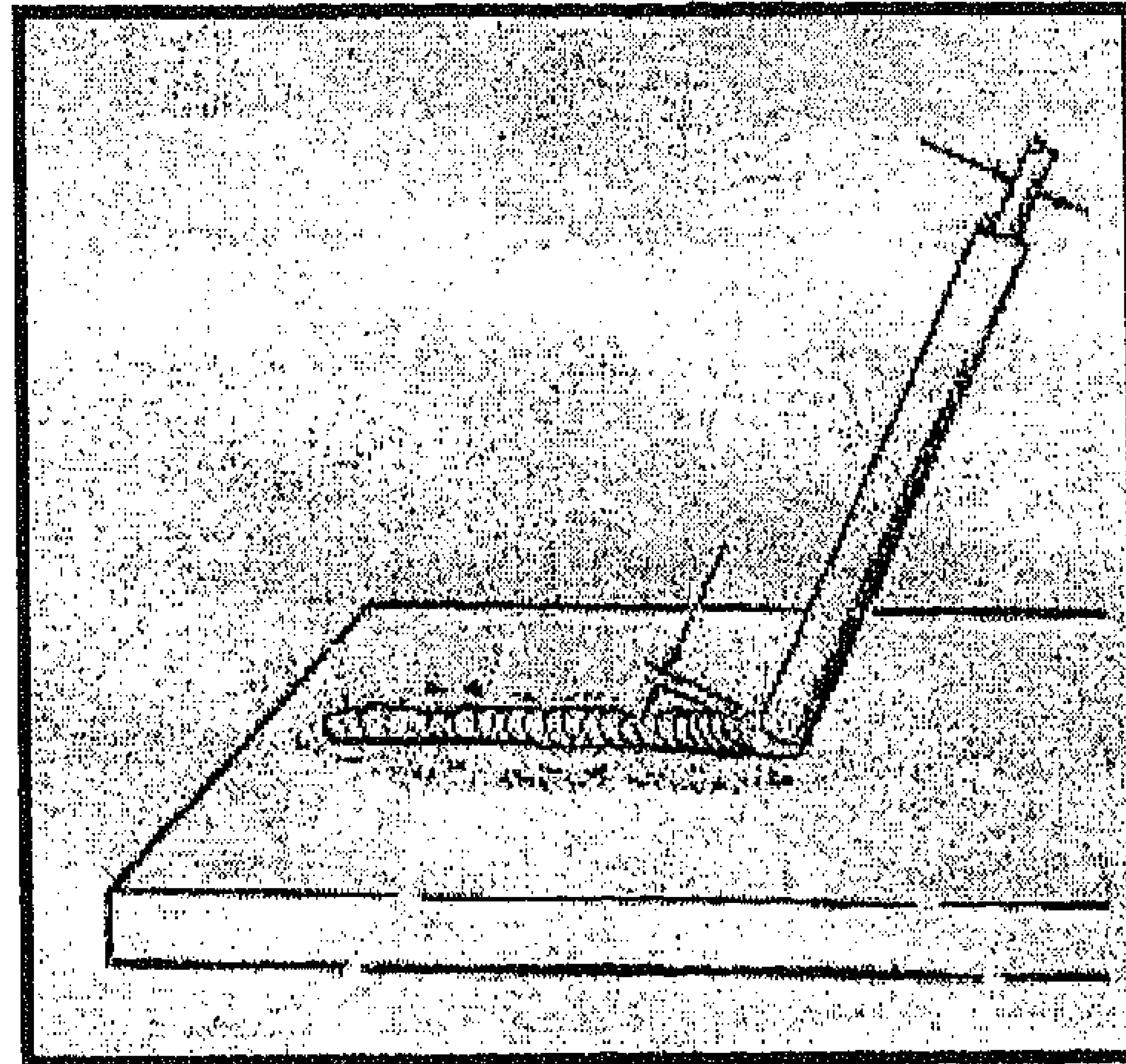
شكل (11)

2. الحالة المبينة في الشكل (12) حيث يبدو شكل خط اللحام غير مناسب وتكون ذرات المعدن المتطايرة كبيرة وكثيرة مما يسبب في تشويه السطح ولا بد من إزالتها، ويكون صوت القوس مزعجاً .



شكل (12)

3. الحالة المبينة في الشكل (13) حيث يبدو طول القوس أقل من قطر السلك فتصبح عملية المحافظة على القوس صعبة وربما تتجمد نهاية سلك اللحام مع الحوض المنصهر ويكون خط اللحام الناتج رديئاً وغير منتظم كما في الشكل.



شكل (13)

وصلات اللحام Welding joints:

يوجد خمسة أنواع من وصلات اللحام الأساسية الشائعة الاستعمال وتعرف الوصلة بأنها طريقة ترتيب القطع المراد لحامها بعضها بالنسبة لبعض استعداداً لعملية اللحام وفيما يلي أبرز الوصلات :

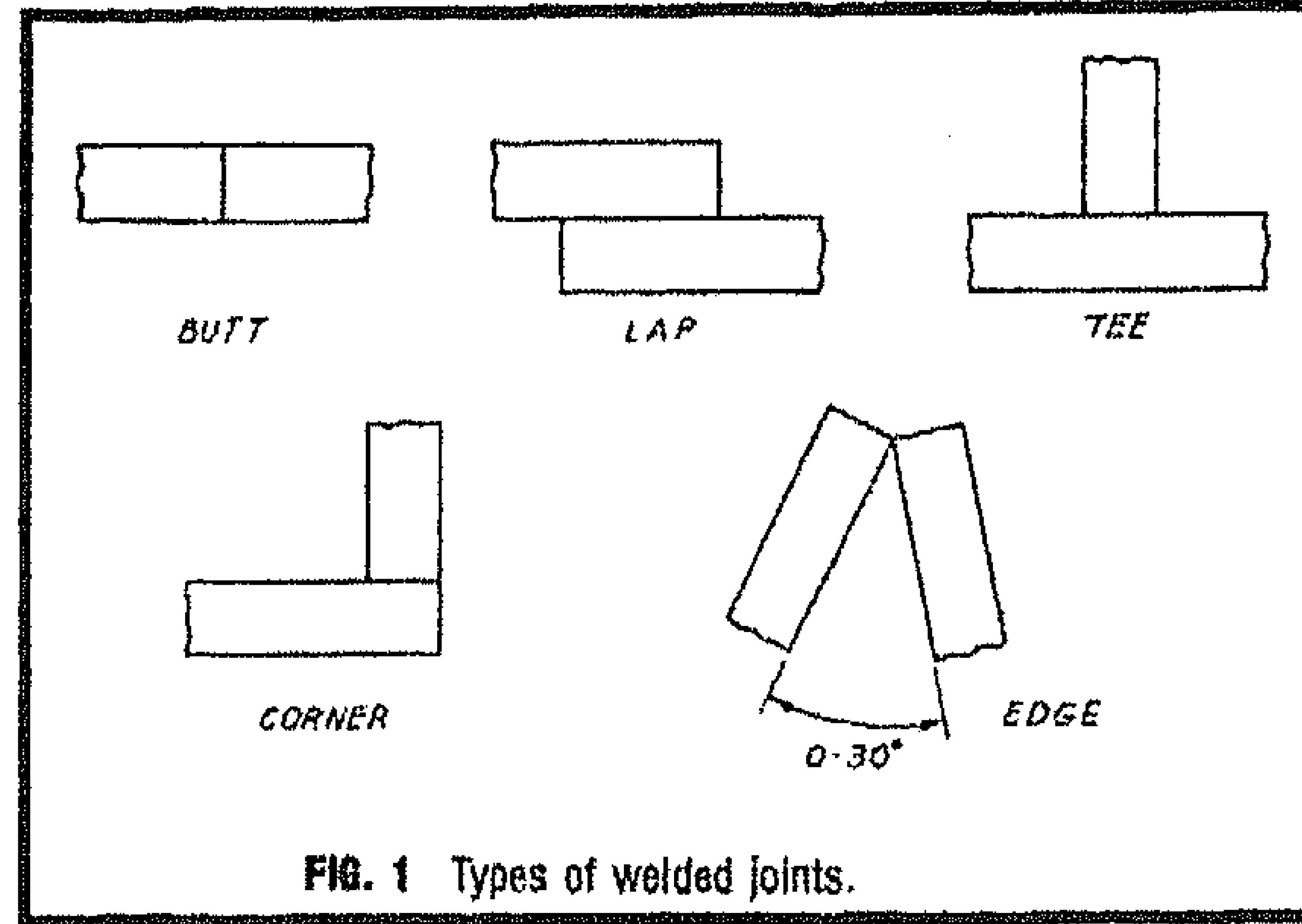
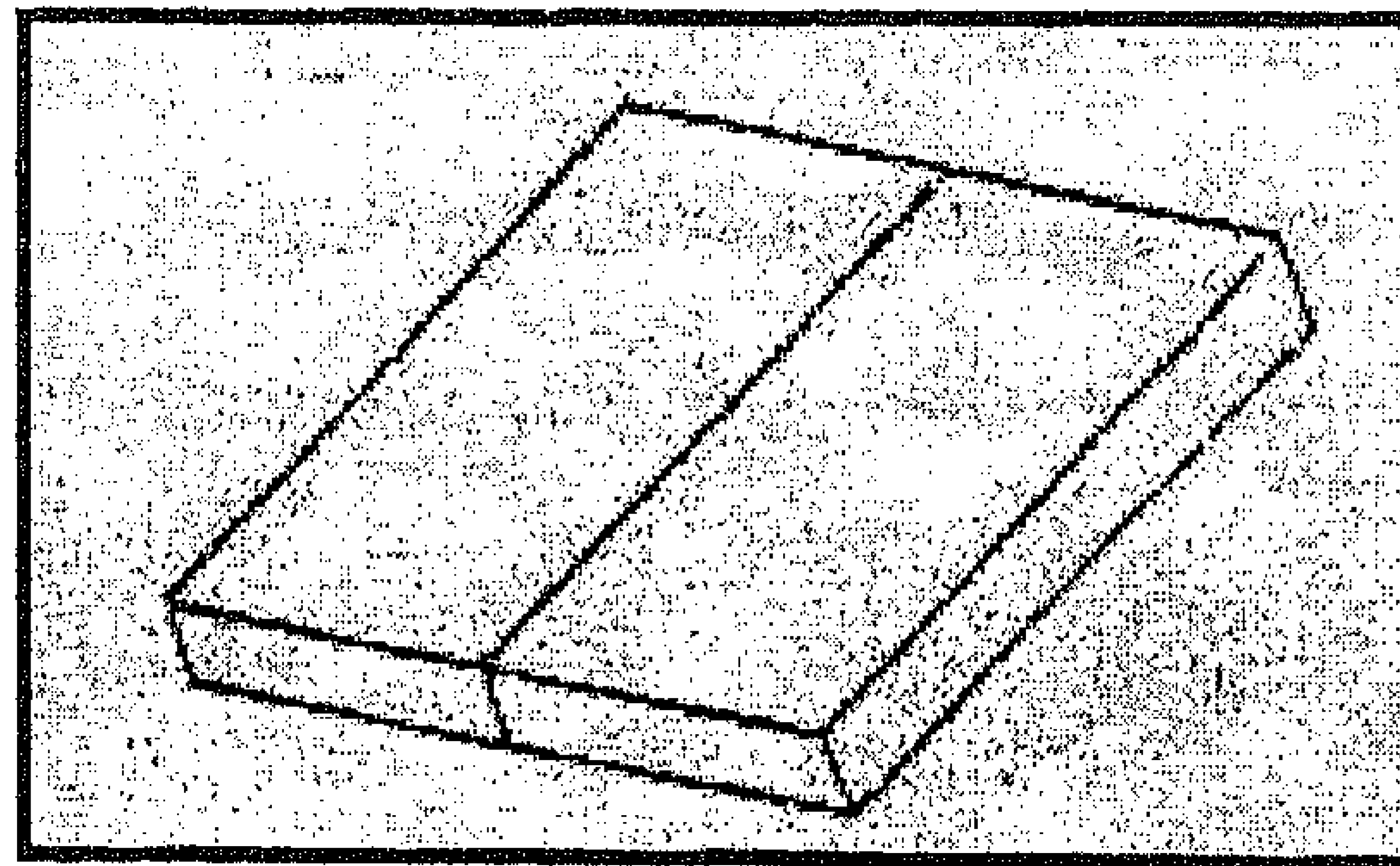


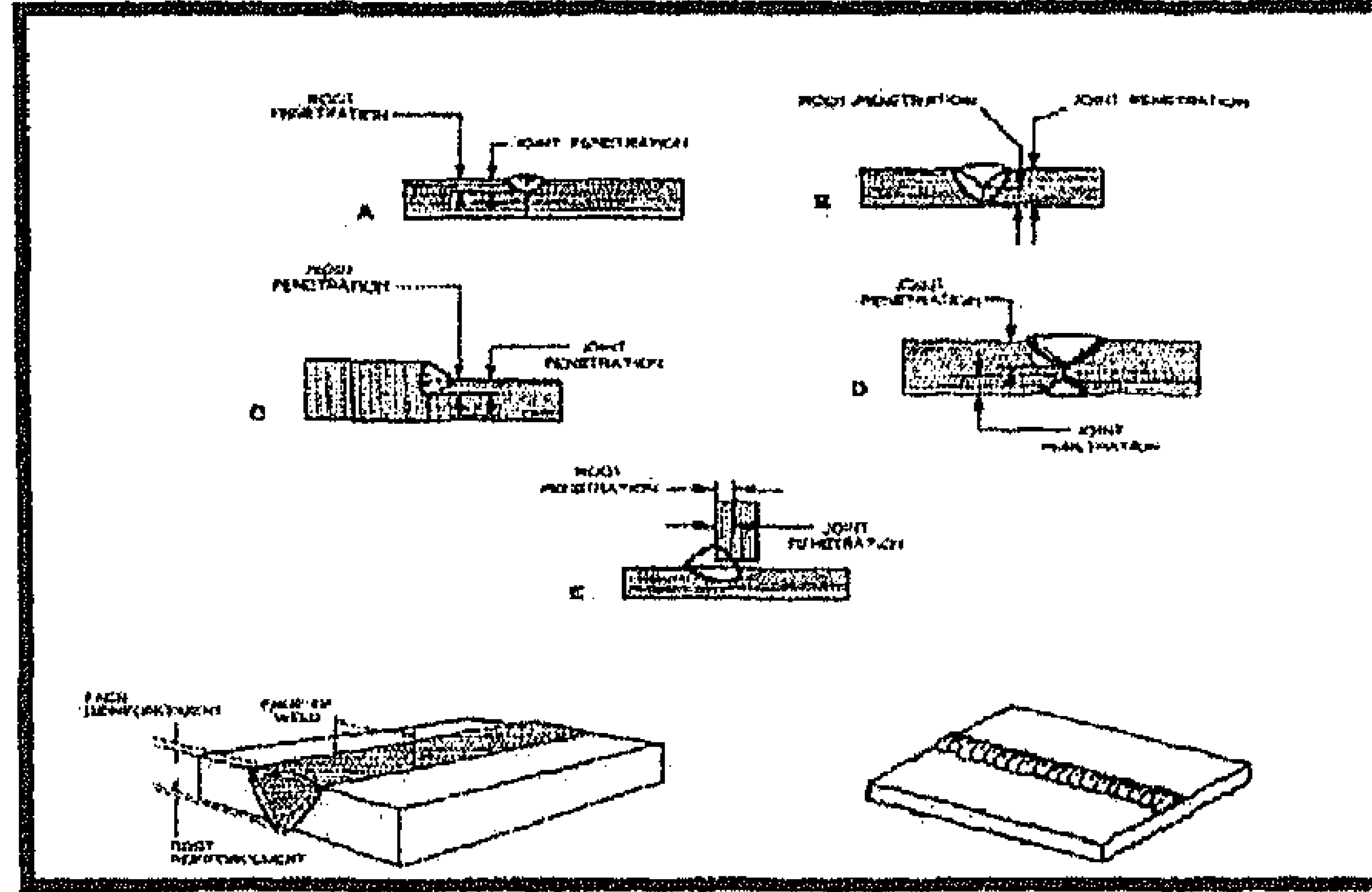
FIG. 1 Types of welded joints.

أمثلة على وصلات اللحام:

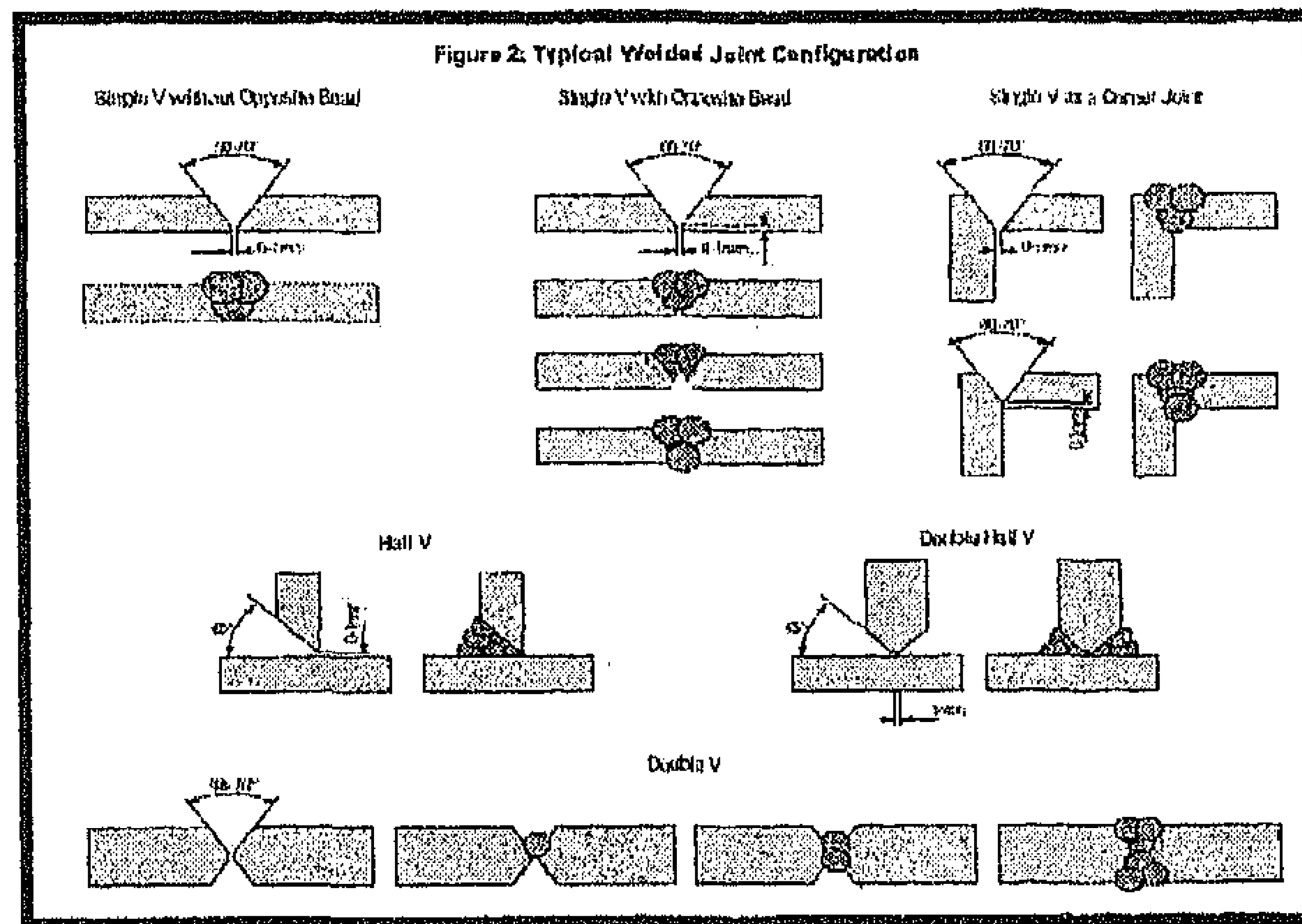
1. الوصلة التناكبية Butt Joint:

توضع نهايتا القطعتين المراد لحامها بصورة متقابلة، كما في الشكل (14) والمهم في عملية اللحام تحقيق نفاذ كامل للحام و إلا كان اللحام ضعيفاً لذا يتوقف تحضير سطوح النهايات على سمك المعدن المراد لحامه كما في الحالات الآتية:


شكل (14) الوصلة التناكبية



أمثلة على الوصلة التناكبية:



أمثلة على الوصلة التناكبية:

أ. الوصلة التناكبية القائمة المغلقة:

تكون نهايتا القطعتين منطبقتين تماماً (عدم وجود) فراغ بينهما، كما في الشكل(15) ويمكن استعمال هذه الوصلة لغاية سمك (3mm).

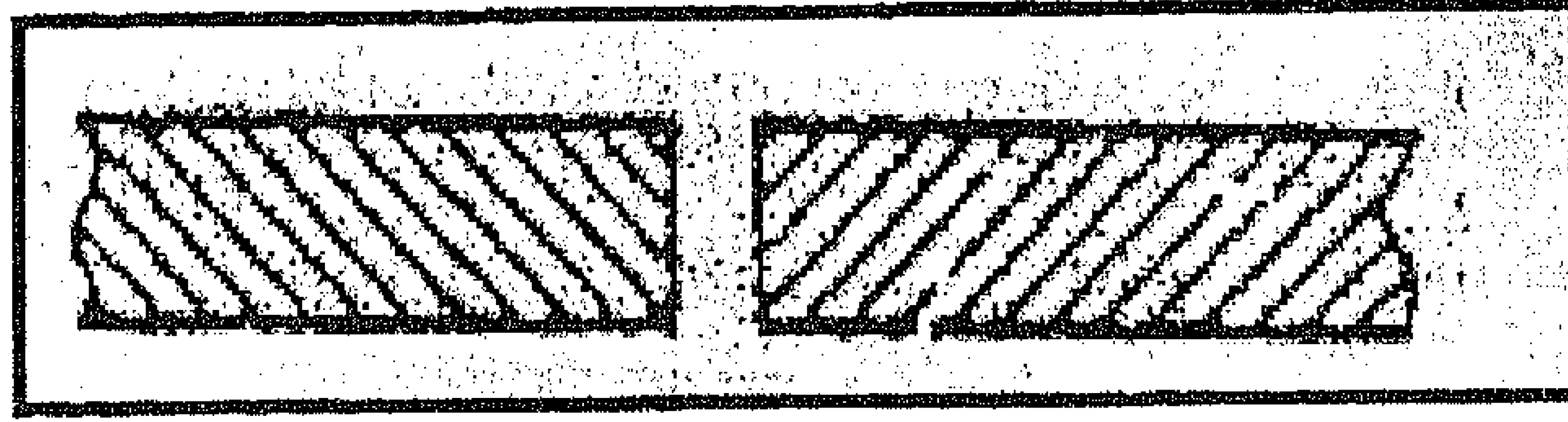


شكل (15) الوصلة التناكبيه القائمه المغلقه

ب. الوصلة التناكبية القائمة المفتوحة:

يترك فراغ بين حافتي (نهايتي) القطعتين المراد لحامها، كما في الشكل(16) ويكون مقدار الفراغ بصورة عامة مساوياً لنصف سمك القطع المراد لحامهما.

وهذه الوصلة تناسب معدن سمكه (4.5 mm). شكل (1)

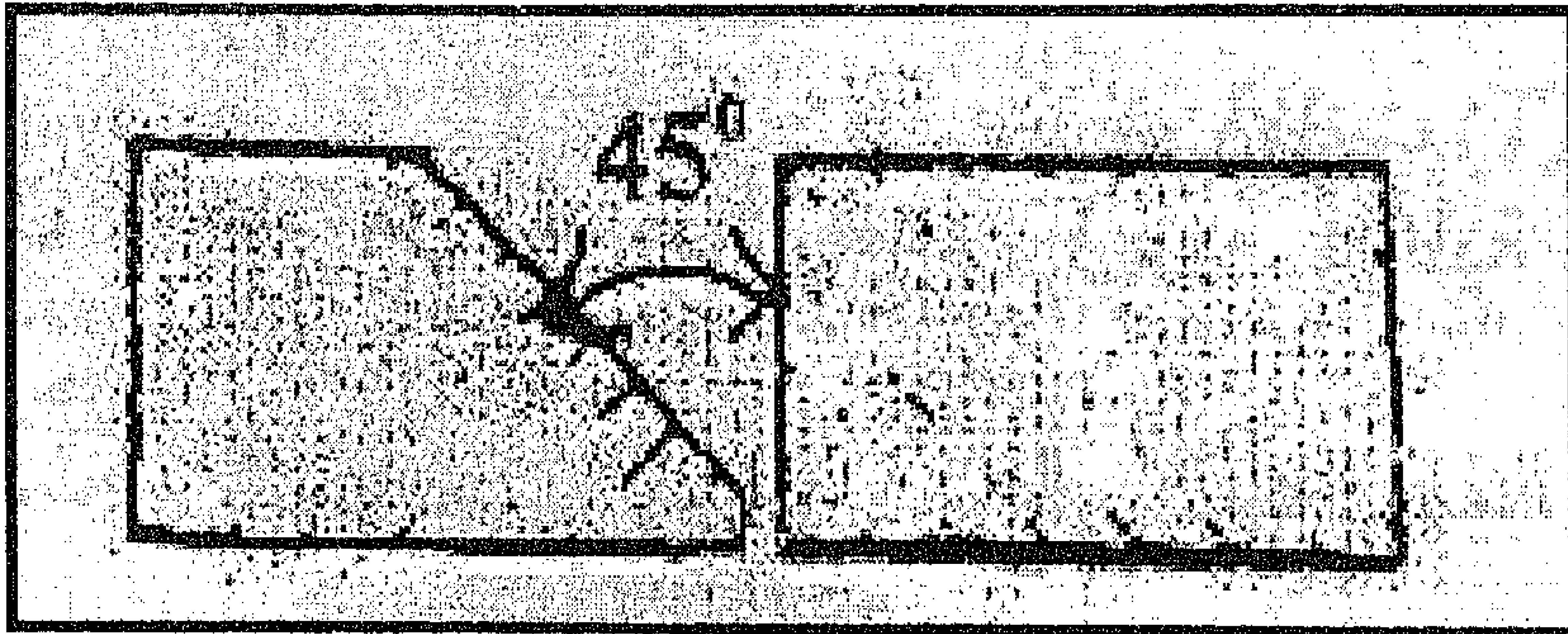


شكل (16) الوصلة التناكبيه القائمة المفتوحه

ج. الوصلة التناكبية المشطوفة:

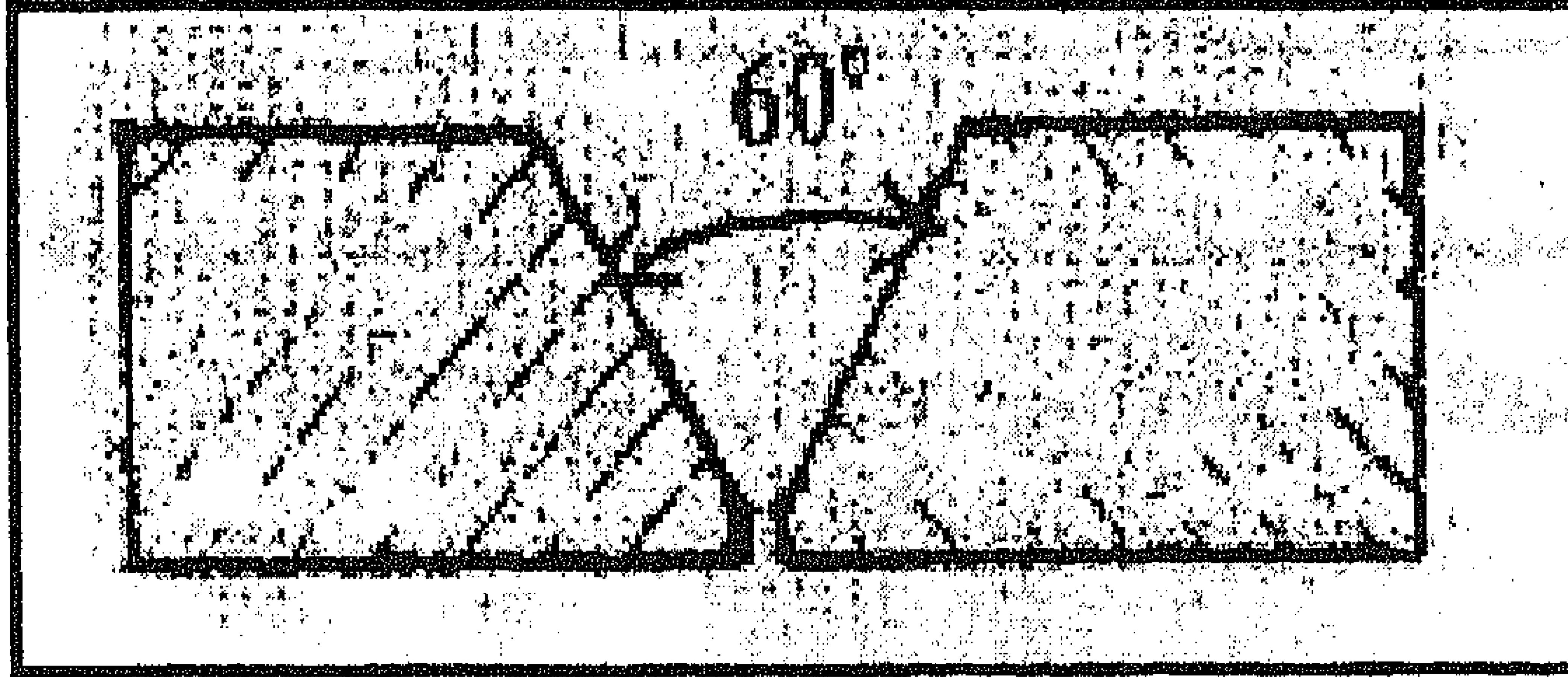
يمكن أن تكون هذه الوصلة بأحد الحالتين الآتيين:

- شطفة مفردة : يتم شطف أحد الحواف بزاوية (45) كما في الشكل وتستعمل للسماكاة (5-8 mm).



شكل (17) الوصلة التناكبية المشطوفه

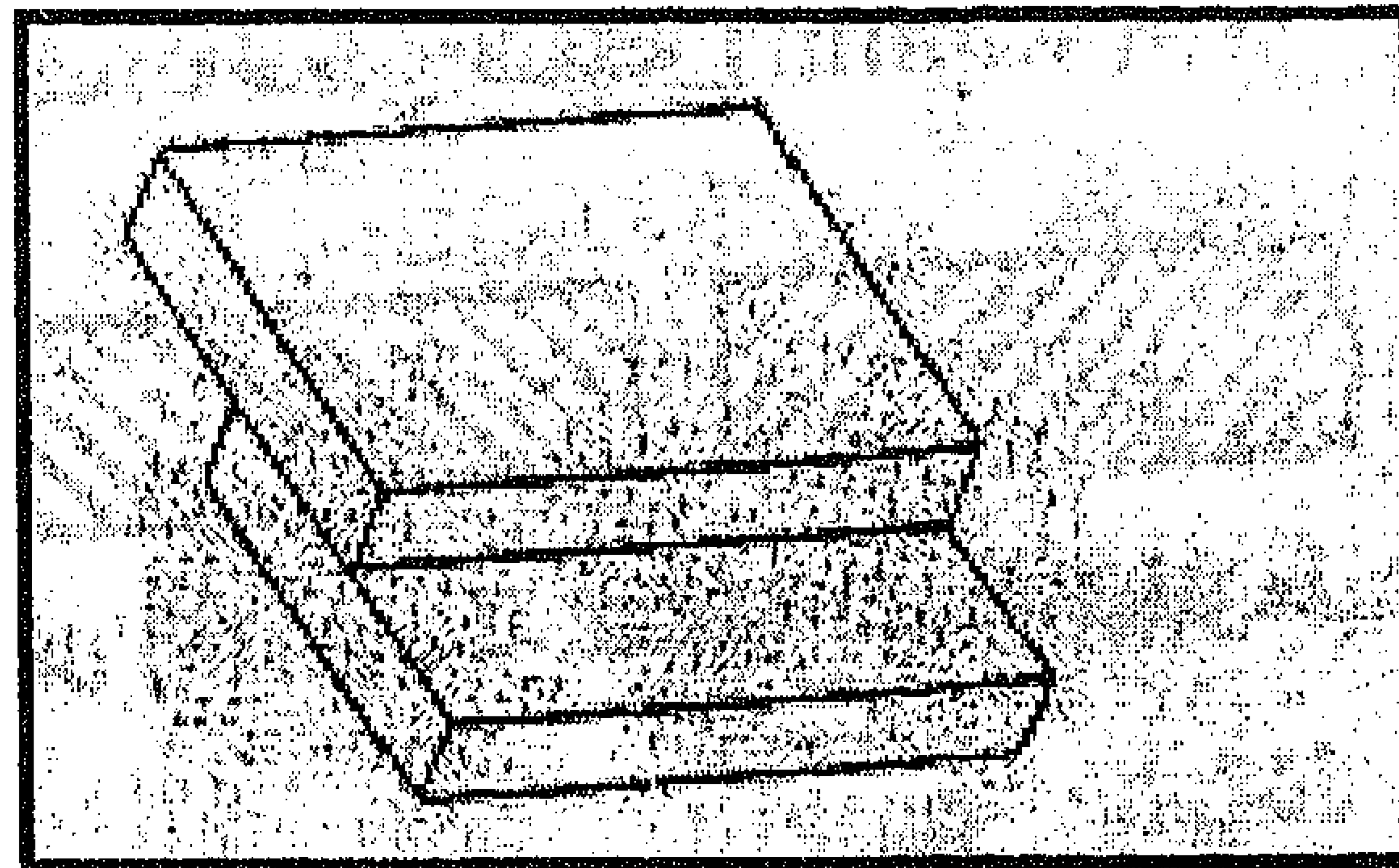
♦ شطفة مزدوجة : يتم شطف كل حافة بزاوية (30) فتكون الزاوية الكلية (60) كما في الشكل (18) وتستعمل هذه الوصلة لسمك (8mm) فما فوق لضمان النفاذ الكامل.



شكل (18) الشطفه المزدوجه

2. الوصلة الانطباقية (التراكبية) **Lap Joint**:

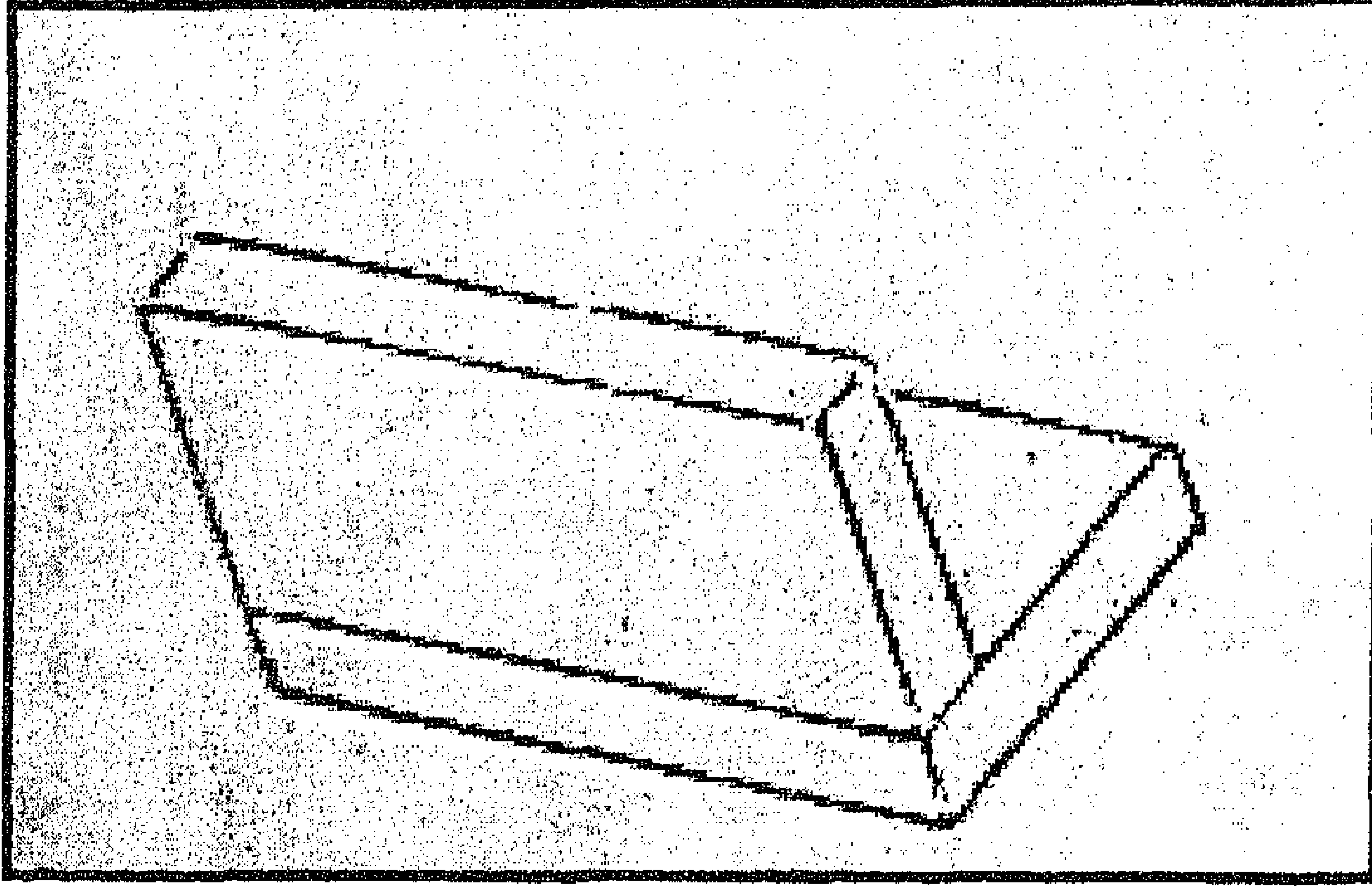
حيث يظهر أن جزءاً من سطح أحد القطعتين منطبق على جزء من سطح القطعة الثانية كما في الشكل (19).



شكل (19) الوصلة الانطباقية (التراكبية)

3. الوصلة الزاوية Corner Joint: تتشكل القطعتان ضلعي زاوية إما قائمة أو حادة أو منفرجة ويبين الشكل (20) وصلة زاوية (90).

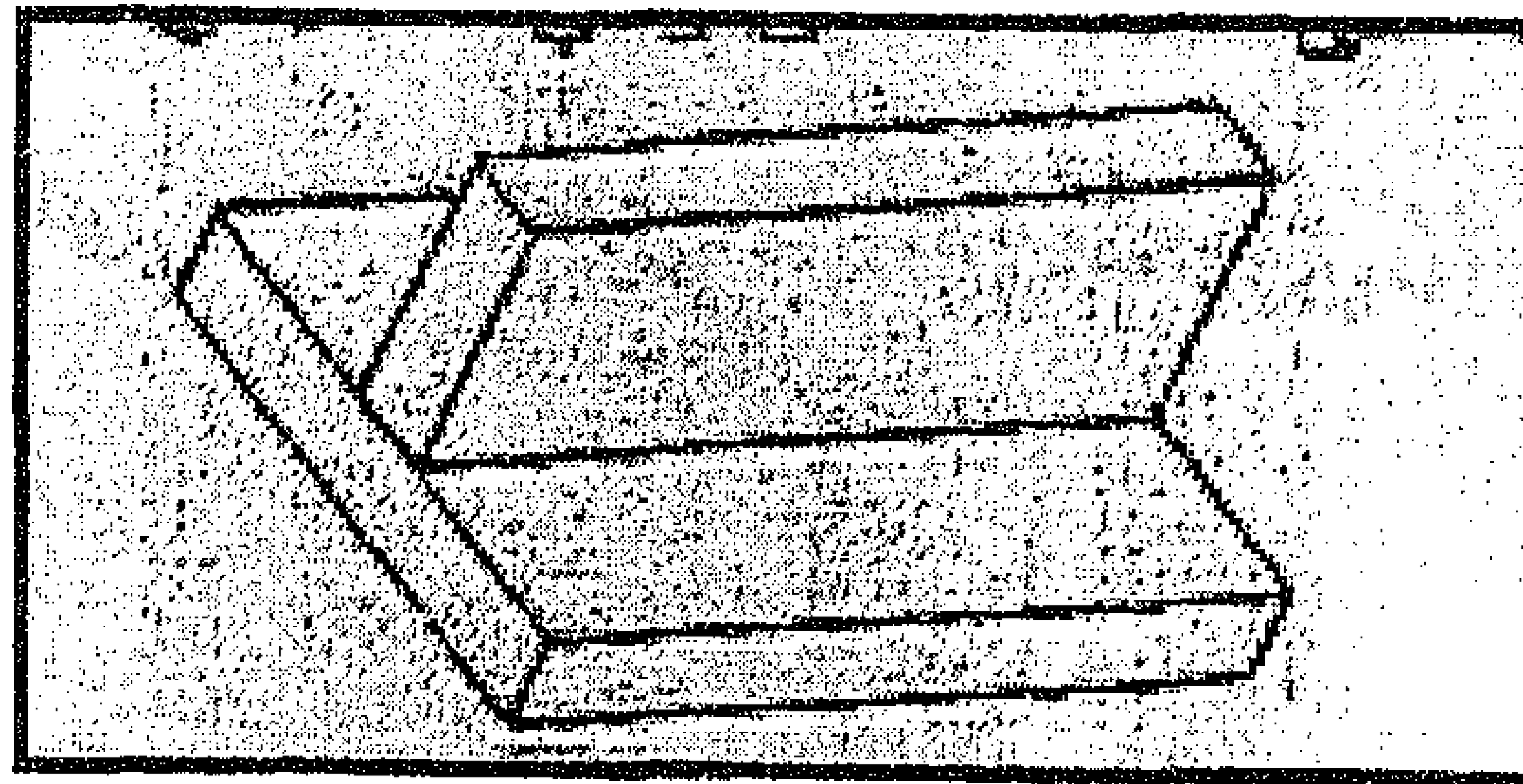
وقد يكون اللحام من الداخل وتسمى زاوية داخلية أو من الخارج وتسمى زاوية خارجية.



شكل (20) الوصلة الزاوية

4. وصلة (T) Lap Joint:

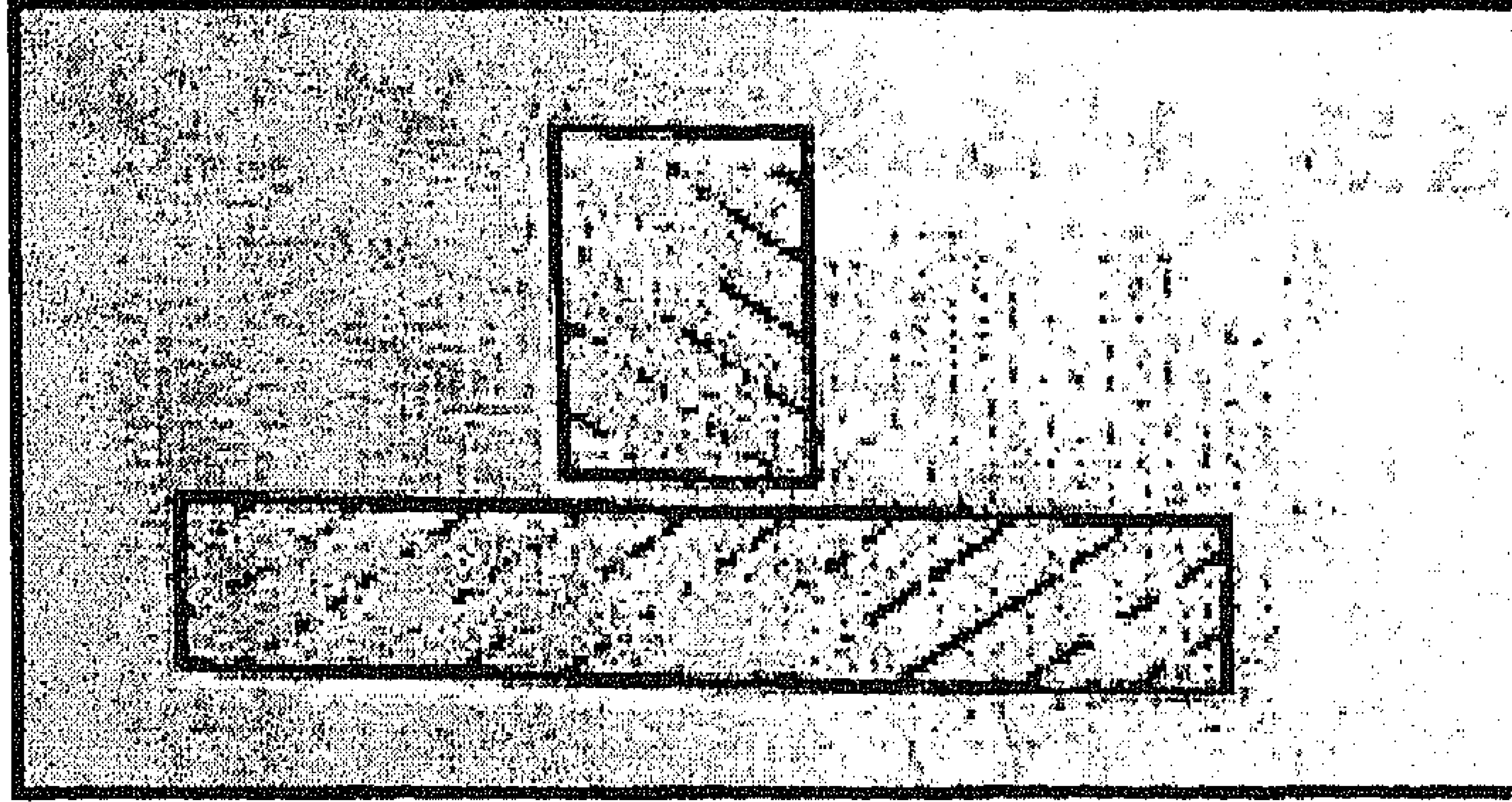
يتم ترتيب وضع القطعتين (T) كما في الشكل (21) وهناك ثلاث حالات لهذه الوصلة تعتمد على سمك المعدن وهي كما يأتي:



شكل (21) وصلة (T)

أ. وصلة (T) بدون شطفة:

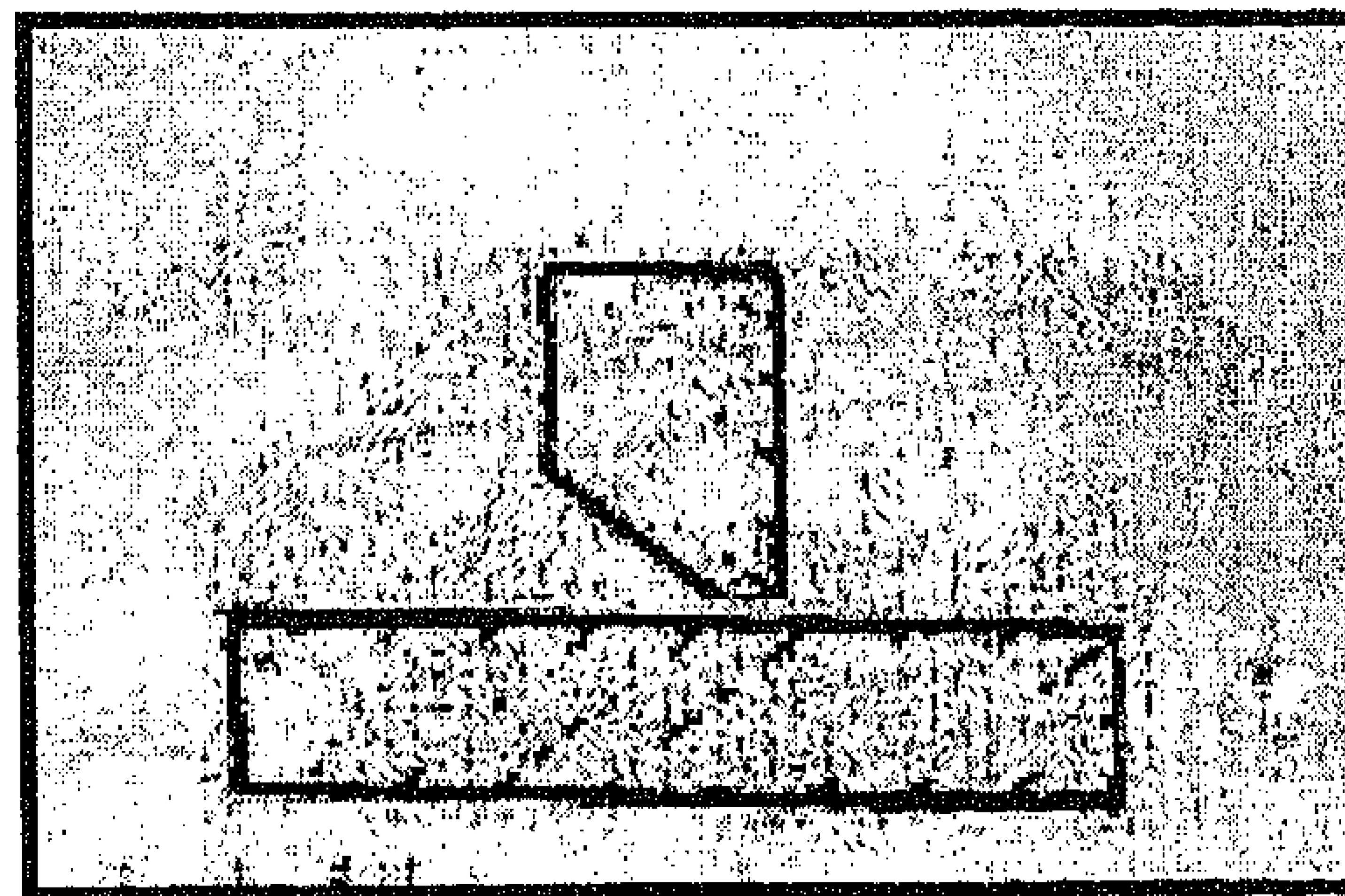
وفي هذه الوصلة يكتفى بتنظيف سطوح التقابل، ويترك فراغ بين القطعتين ويمكن استعمال هذه الوصلة للسماكات الصغيرة لغاية (5) مم كما في الشكل (22).



شكل (22) وصلة T بدون شطف

ب. وصلة (T) بشطفة مفردة:

تستخدم هذه الوصلة المبينة في الشكل (23) في حالة اللحام من جهة واحدة و لضمان النفاذ الكامل والمتانة المناسبة لخط اللحام و تستخدم في السماكات (5-8mm).

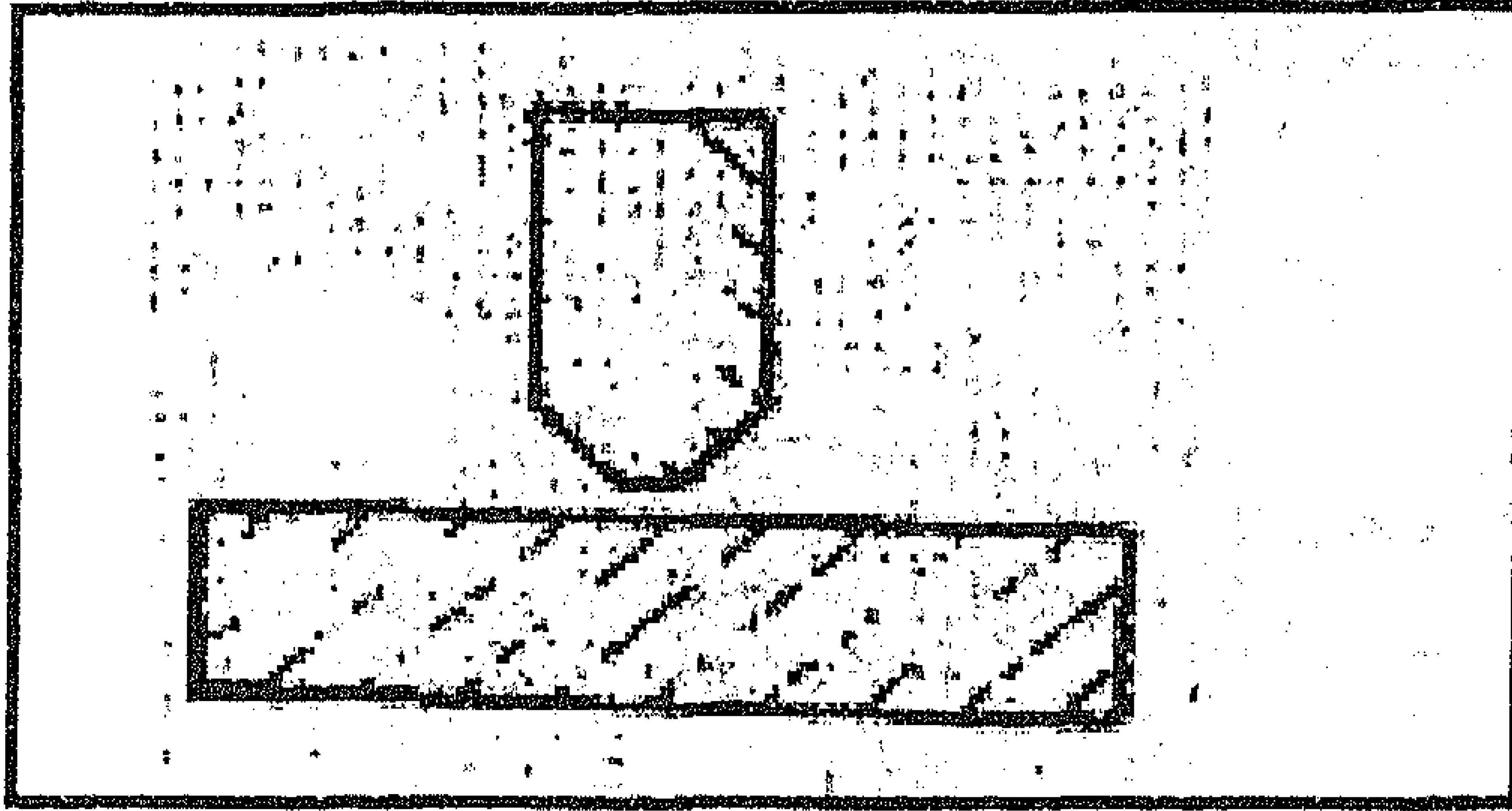


شكل (23) وصلة T بشطفة مفردة

ج. وصلة (T) بشطفة مزدوجة:

تستخدم هذه الوصلة المبينة في الشكل (24) في اللحام من الجهتين لتأمين نفاذ ومتانة كاملة لخط اللحام.

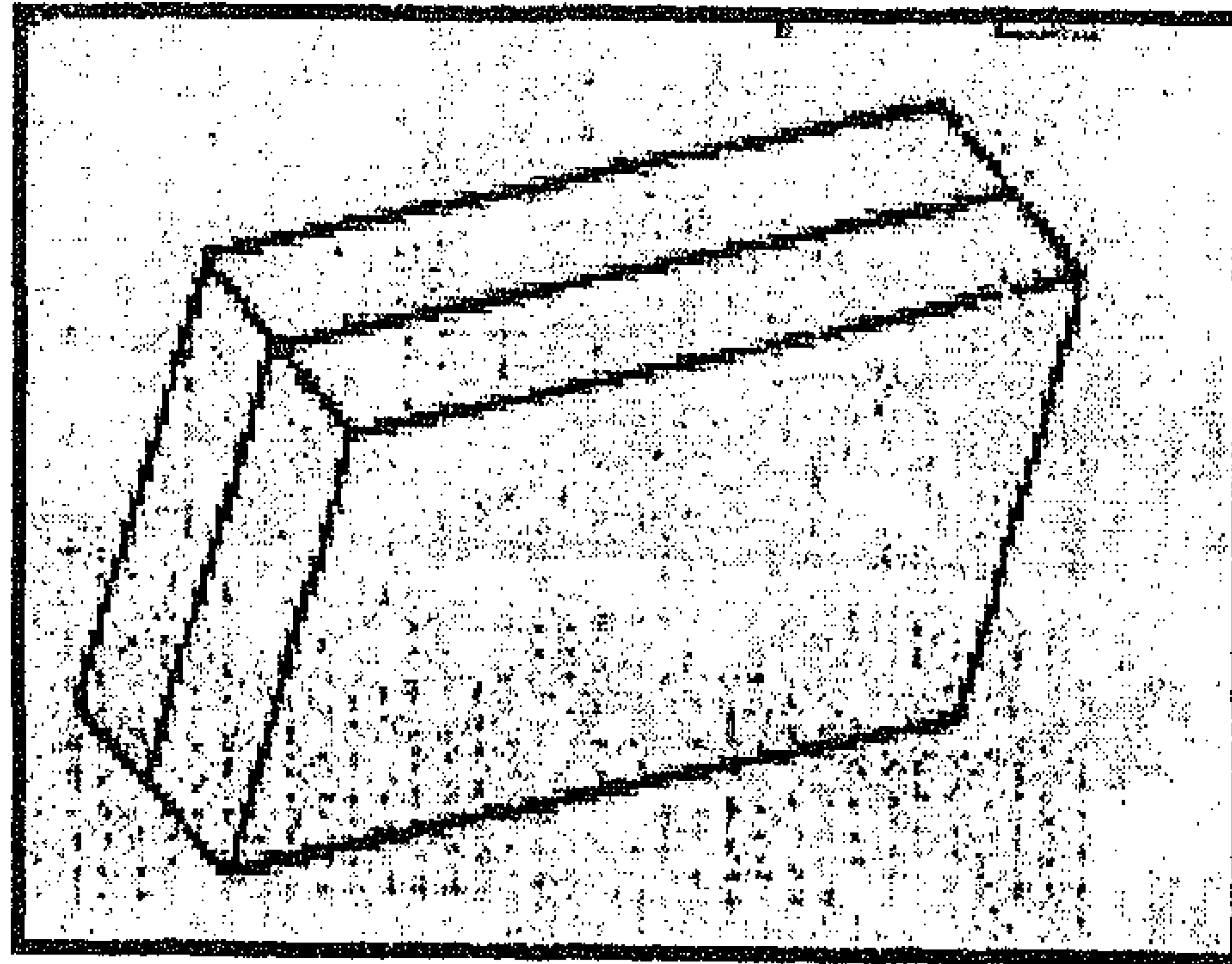
وتستخدم في السماكات من 8mm فما فوق.



شكل (24) وصلة T بشطفة مزدوجة

5. الوصلة الطرفية Edge Joint:

في هذه الوصلة يتم اللحام عند أطراف القطعتين المراد لحامها حيث نلاحظ انطباق سطحي القطعتين انطباقاً كاملاً. كما في الشكل (25).



شكل (25) الوصلة الطرفية

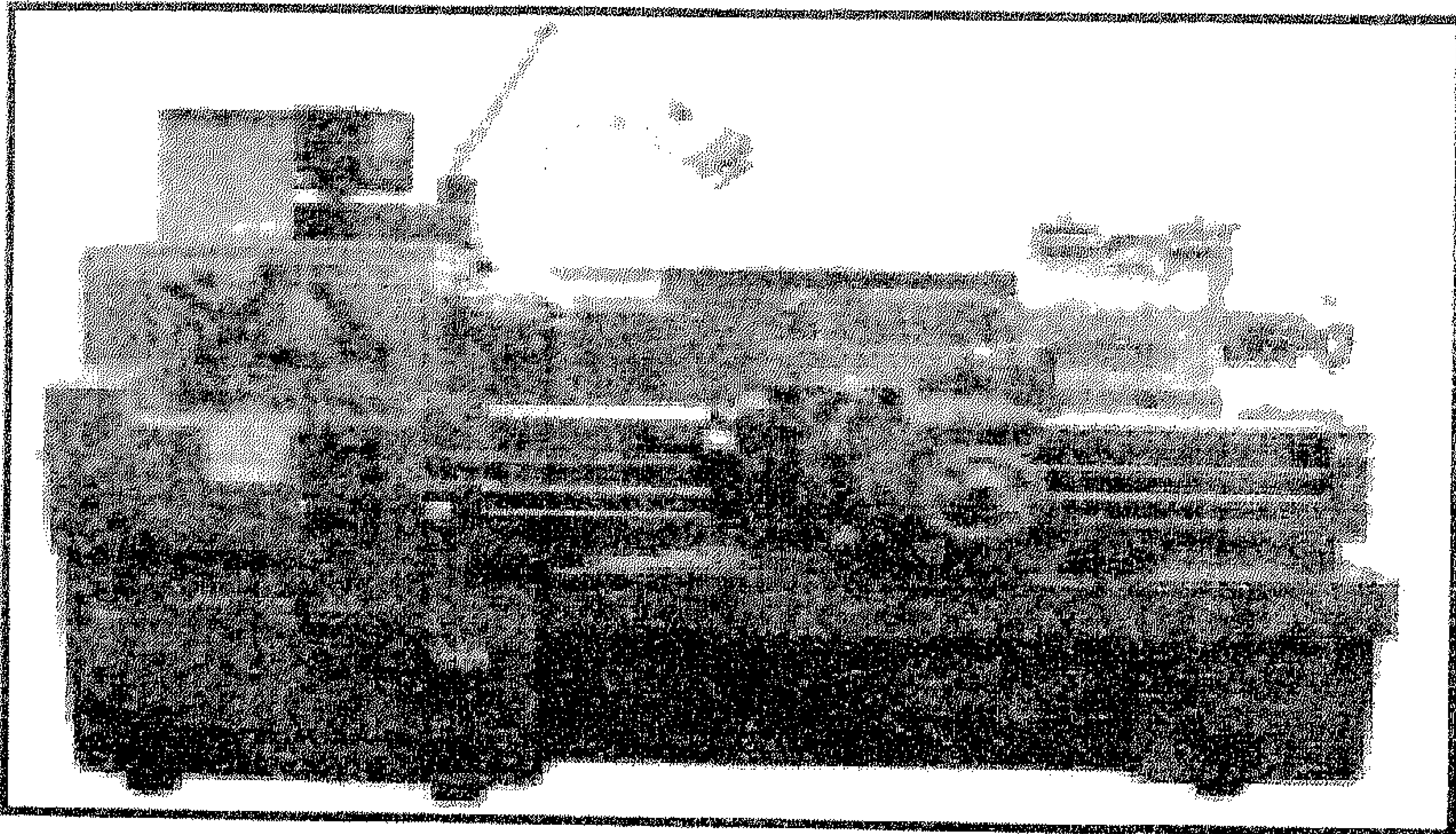
الوحدة السابعة

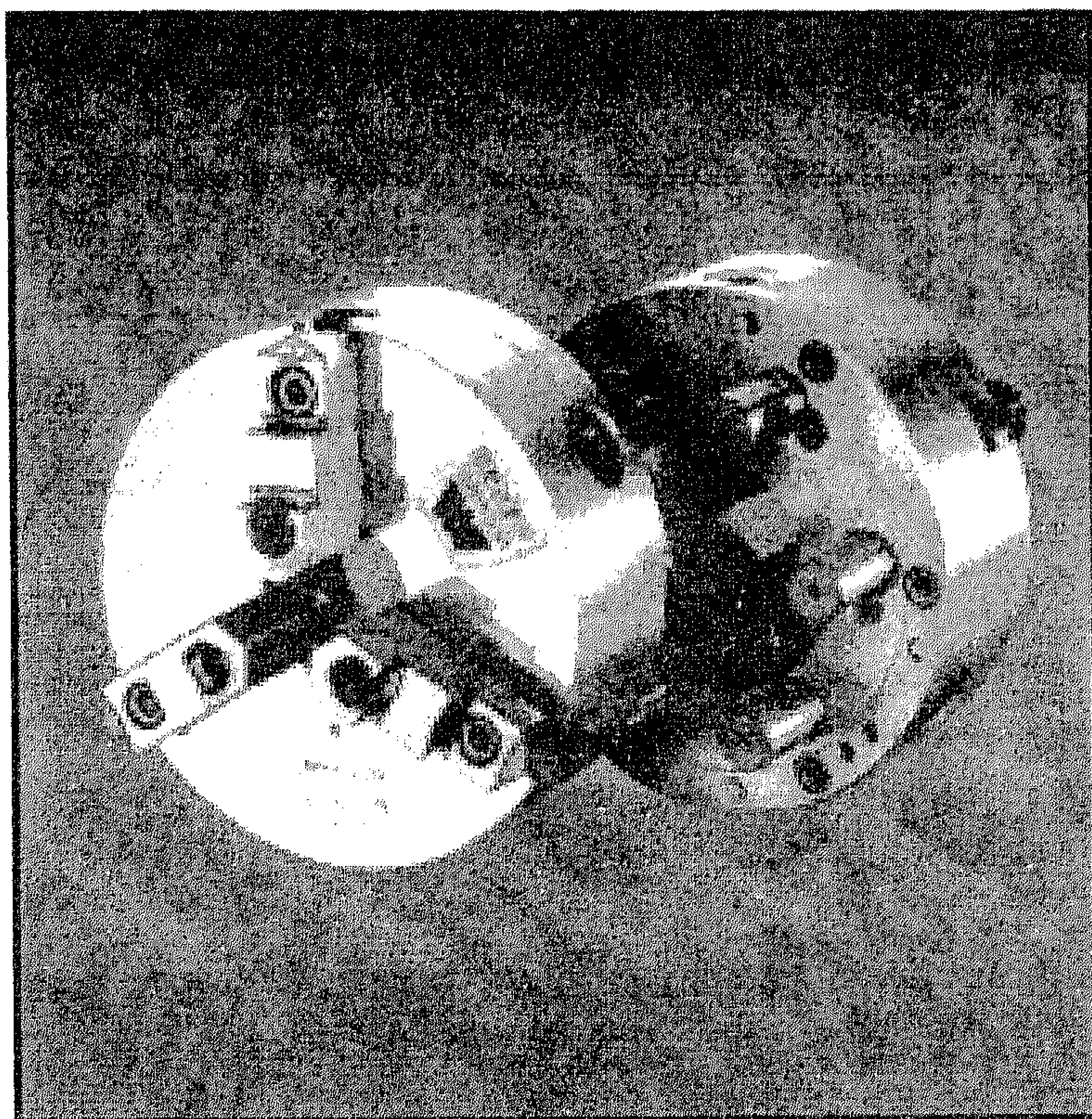
الخراطة

الخراطة:

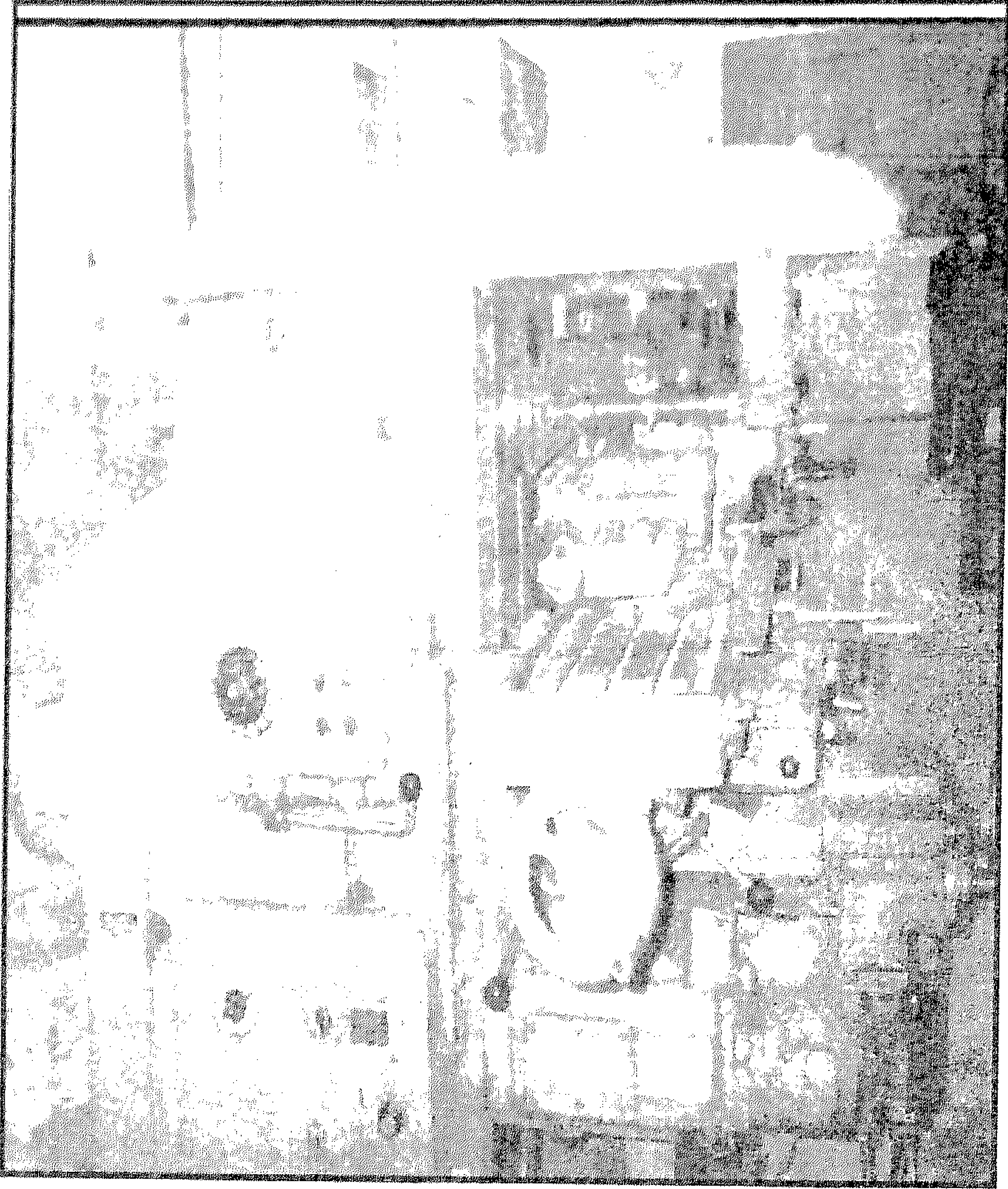
الخراطة (Turning):

يطلق المصطلح " الخراطة " على كل طرق القطع التى تستخدم فى تشغيل المنتجات ذات المقطع الدوراني وقلما يخلو منتج صناعى من اجزاء يتم تشغيلها على المخرطة، لذا تعد المخرطة واحدة من اكثر ماكينات التشغيل استخداما بالاضافة الي المثقاب وتستخدم المخارط فى كل نواحى الانتاج والاصلاح والصيانة، وقد تكون الأجزاء المخرطة أجزاء منتهية (منتج نهائي) أي أجزاء تستعمل أو تجمع مباشرة او تتبع بعمليات تشغيل كالثقب او التفريز وهو ما يحدث فى اغلب الاحيان او قد يستخدم بعد عملية تشطيب عليها بالتجليخ كما هو الحال فى كراسى الدوران . وتتم عملية الخراطة على المخرطة عن طريق حركة نسبية بين الشغلة وبين الحد القاطع وتقوم الشغلة بحركة القطع الدورانى (الحركة الرئيسية) أما باقي الحركات (تغذية – عمق) القطع فتقوم بها اداة القطع والتى تعرف بقلم القطع هذا شكل لمخرطة.





وهذا الظرف الذي يربط به الشغلة الشغلى بين ذنبتين



الخراطة (Turning):

صنعة الخراطة صنعة قديمة جدا منذ أن تمكن الإنسان القديم من انتاج مواد ومصنعات مختلفة تمتاز بكرويتها أو شكلها الاسطواني أو المنتظم التحزيز، ولم تتغير صنعة الخراطة حتى مقتبل القرن العشرين عندما دخلت أدوات التصنيع والتطورات الفنية والعلمية حيث غيّر هذا التطور من كفاءة هذه الآلة القديمة، فالمخرطة اليدوية تتألف من الأجزاء التالية التي يستعين بها الخراط على انتاج حبيبات المسبحة أو المواد الأخرى.

الجزء الأول: يتكون من مسندين قائمين متشابهين ومتوازيين، ويرتبطان في معظم الأحوال بقاعدة أو مثبت على الأرض أو على أجزاء أخرى . وفي معظم الأحوال تكون مادة المسندين من الخشب أو من بعض المواد الأخرى المناسبة . وبشكل عام يتقابل المسندان وجها لوجه على مسافة معقولة من بعضهما قد تزيد أو تقل عن القدم الواحد (في حالة صناعة المسبحة) وقد تبعد أو تقرب المسافة بينهما أحيانا حسب حاجة الخرّاط . كما وتعمل فتحتين في أعلى المساند يتحدد مقدارها بقدر قطر المحاور . وتتصف الفتحات بلزوجة محورية أو مصنعة بشكل يتيح للمحاور الأفقية الدوران السهل ولكن غير المهتز ، وقد تثبت أحيانا على المساند معدات أخرى.

الجزء الثاني: هو محوري المخرطة المشار إليهما آنفاً، وقد يكونان من الخشب أو من مواد أخرى ويكون شكلهما مشابه للأعمدة الأفقية أو الاسطوانات ذات أقطار متناسبة مع الفتحات المسندية وقد يكون الدوران الأفقي لأحد المحاور ثابتاً، ويتحرك المحور الآخر سائبا بالشكل الأفقي وإلى حد ما، وهذا المحور الأخير يحدد طول الحبات المنتجة، ويمتاز أحد طرفي كل محور بشكله المخروطي أو الدقيق أو المركب عليه وسائل أخرى بشكل يسمح فيه ان يتم إدخال هذين الطرفين في ثقوب أو تحزيزات الحبيبات التي يريد الخرّاط صناعتها .

الجزء الثالث: من المخرطة البدائية يتكون من قوس خشبي وقد يكون من قصب خاص أو من مواد أخرى متصل بنهاية كل طرف منه بخيط من القماش أو الجلد أو القطن أو أمعاء الحيوانات وما شابه ذلك ، ويلف وسط الخيط على أحد المحاور وخصوصا ذاك الثابت المتحرك أفقيا . وباستخدام اليد يحرك القوس بدفعه إلى الامام وإلى الخلف لتنظيم دوران احد المحاور الأفقية والذي بدوره يحرك القطعة من المادة المنوي خراطتها وبنفس السرعة.

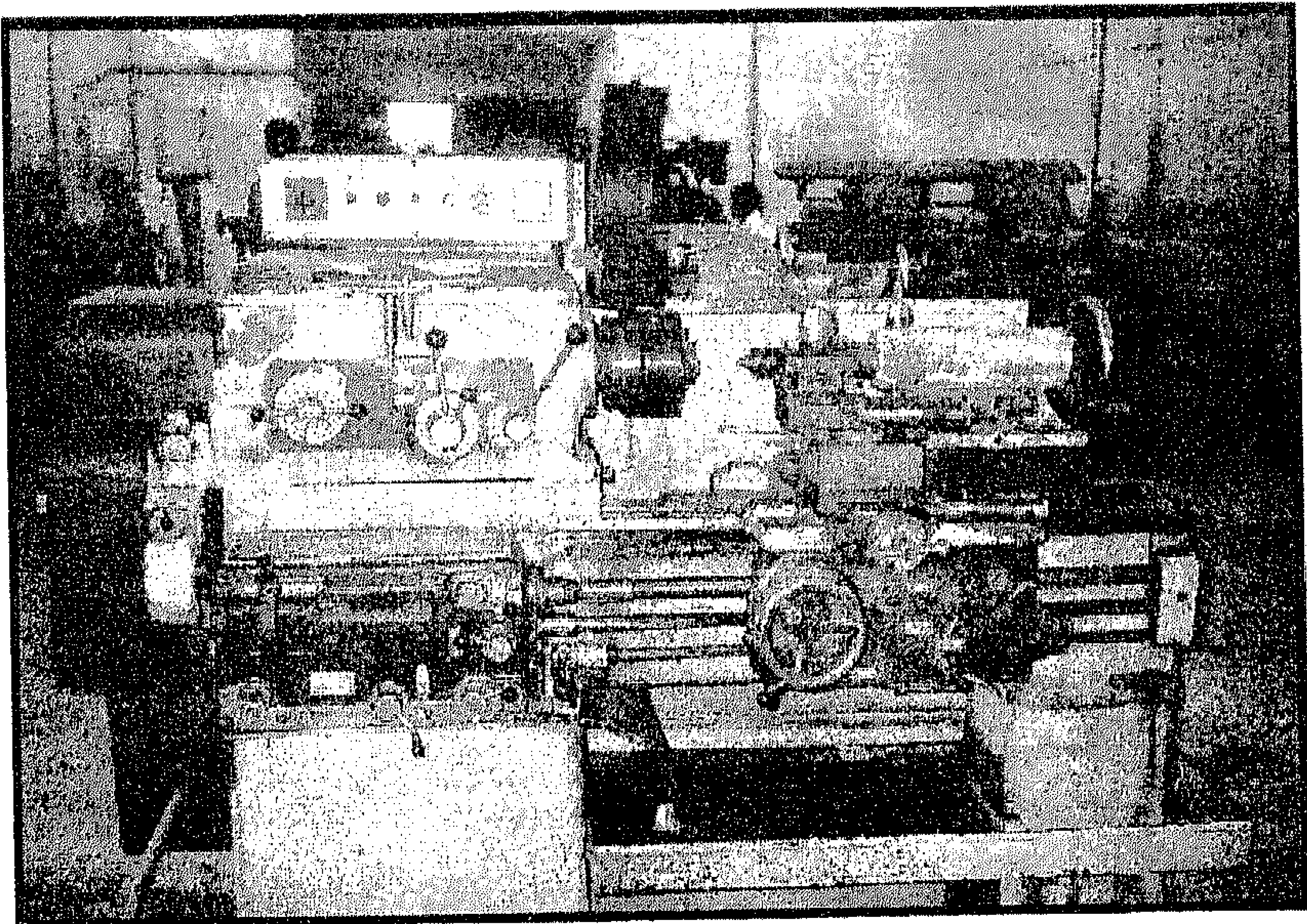
وقد يستعاض عن استخدام القوس المذكور آنفا بتركيب عجلة محورية على أحد طرفي المحاور الخارجية من أحد المساند ، وتربط العجلة أما بحزام جلدي أو عجلة مسننة أخرى ، يرتبطان بدورهما بعملية محورية أخرى تتيح دوران العجلات ومن ثم المحاور وذلك باستخدام أحد أقدام الخراط كما هي الحال في آلة صنع الخزف المعروفة.

الجزء الرابع: ويشمل الآلات الأخرى اللازمة لعملية الخراطة، وتتكون من أزاميل مختلفة الأشكال والأنواع قد تكون من الحديد او النحاس أو من رؤوس بعض الأحجار المسننة أحيانا.

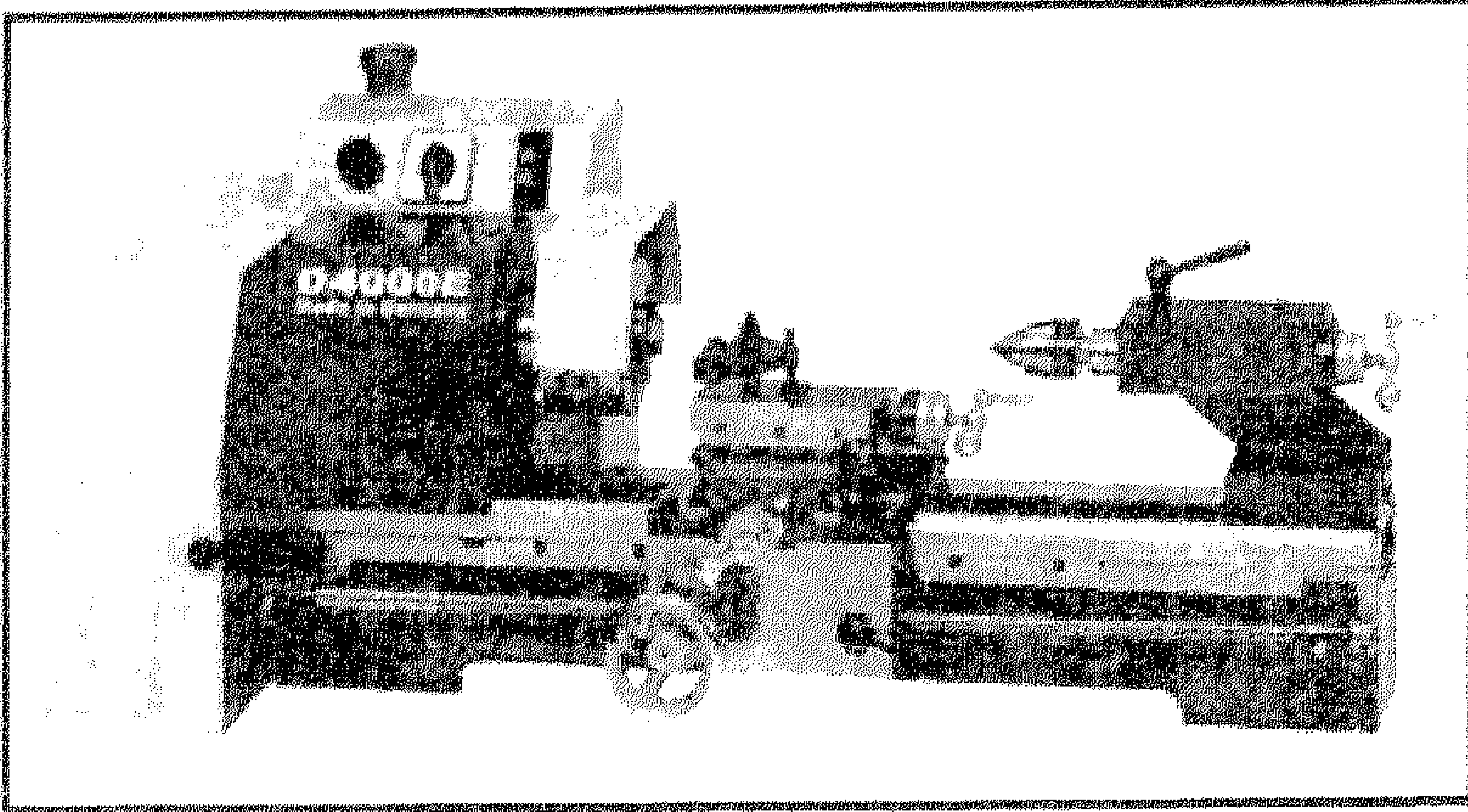
وعملية الخراطة تعتمد أساسا على مهارة الخراط وكفاءة المخرطة نفسها، إذ توضع القطعة المراد خرطها وتدويرها بين رؤوس المحاور الأفقية الداخلية ومن ثم يتم تدوير المحاور باليد عن طريق استخدام القوس المشار إليه سابقا أو بالرجل باستخدام العجلات المرتبطة بالمحور، وبعد إجراء عملية دوران المحاور تتحرك القطعة بنفس السرعة وباستخدام رؤوس الأزاميل يتم خرط القطعة بالشكل الذي يرتأيه الخراط لجعل شكل الحبات مناسبا للمسبحة أو غيرها أحيانا، ويراعى كذلك لبعض المواد عند خرطها عدم إرتفاع حرارة القطع المصنعة عن طريق سكب قطرات الماء أو مواد أخرى لتخفيف الحرارة الناجمة، ومن الطريف أن جلوس الخراط خلف مخرطته البدائية وتحريكه للقوس أو العجلة وإجراء عملية الخراطة بهذه الطريقة لا تزال صورتها ماثلة للعيان وقد تجري فعلا خلال هذه الأيام وخصوصا في مصر والعراق وبعض الدول الآسيوية الأخرى، حاليا أجريت تحسينات هائلة ومتقدمة على المخرطة البدائية بإضافة أجزاء حديثة إليها كالمحركات الكهربائية السريعة الدوران جدا والهادئة الاهتزاز بعد إضافة عجلات وأحزمة ناقلة للسرعة وتجدها هذه الأيام في بعض الدول كتركيا ومصر والعراق وإيران والباكستان والهند وغيرها، وتقوم المكائن الحديثة بخراطة وتصنيع حبيبات المسبحة على مختلف أنواعها وبالأشكال المطلوبة والمرغوبة وإن كان معظمها يتألف من حبيبات مسابح البلاستك أو المواد المركبة كيماويا أو المقلدة للأحجار شبه الكريمة فضلا عن المواد من الأحجار شبه الكريمة مثل العقيق وعين النمر ومختلف أنواع البلوريات الصخرية.

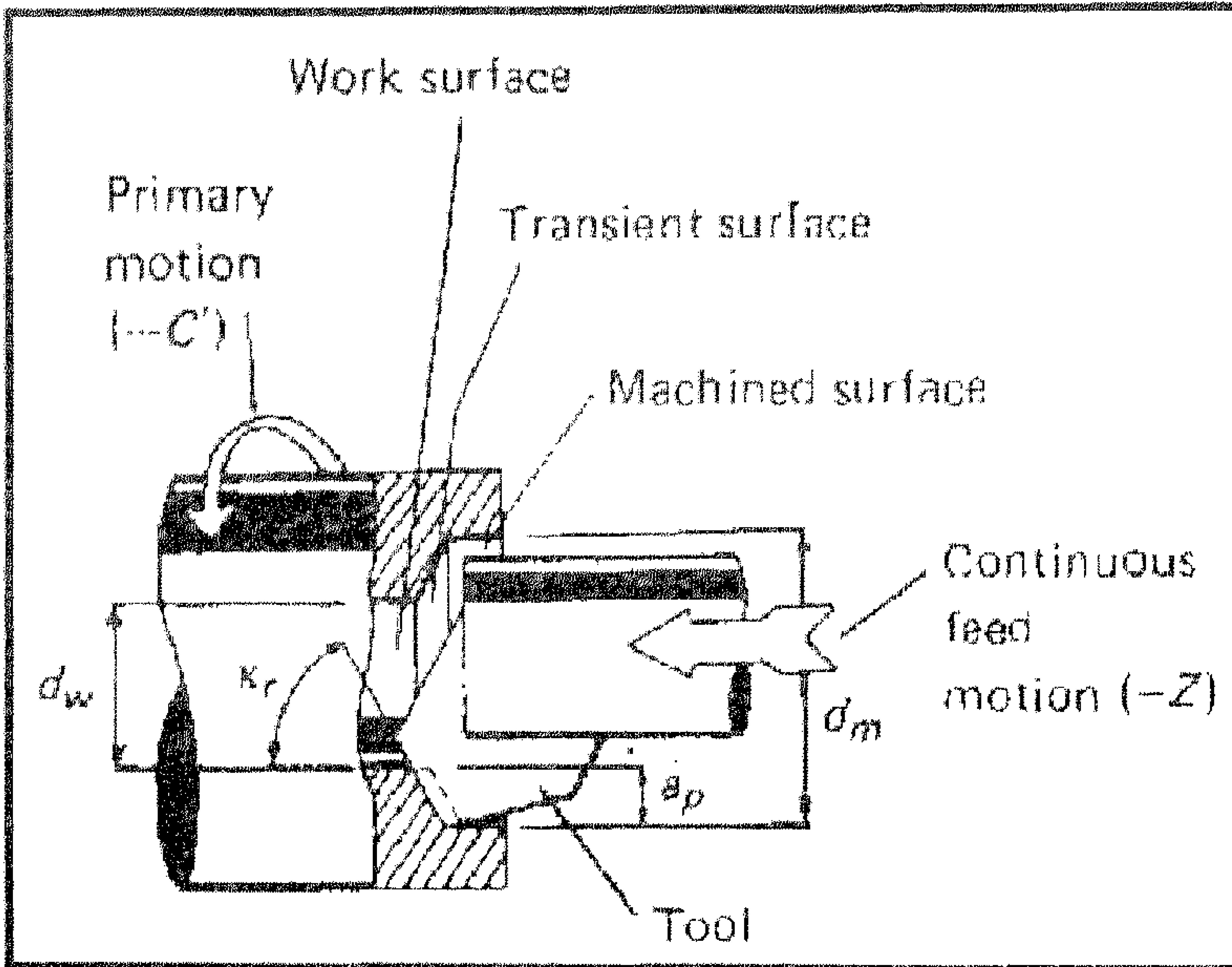
كما ستوضح أنواعها ما أمكن في الفصول القادمة، ولا بد أن نوضح كما رأينا في تايوان أن هذه الصناعة من الاحجار شبه الكريمة لها سوق رائج وتصدر حاليا إلى كافة الدول العربية والإسلامية وحتى إلى الدول الأوربية، وبعض المكائن

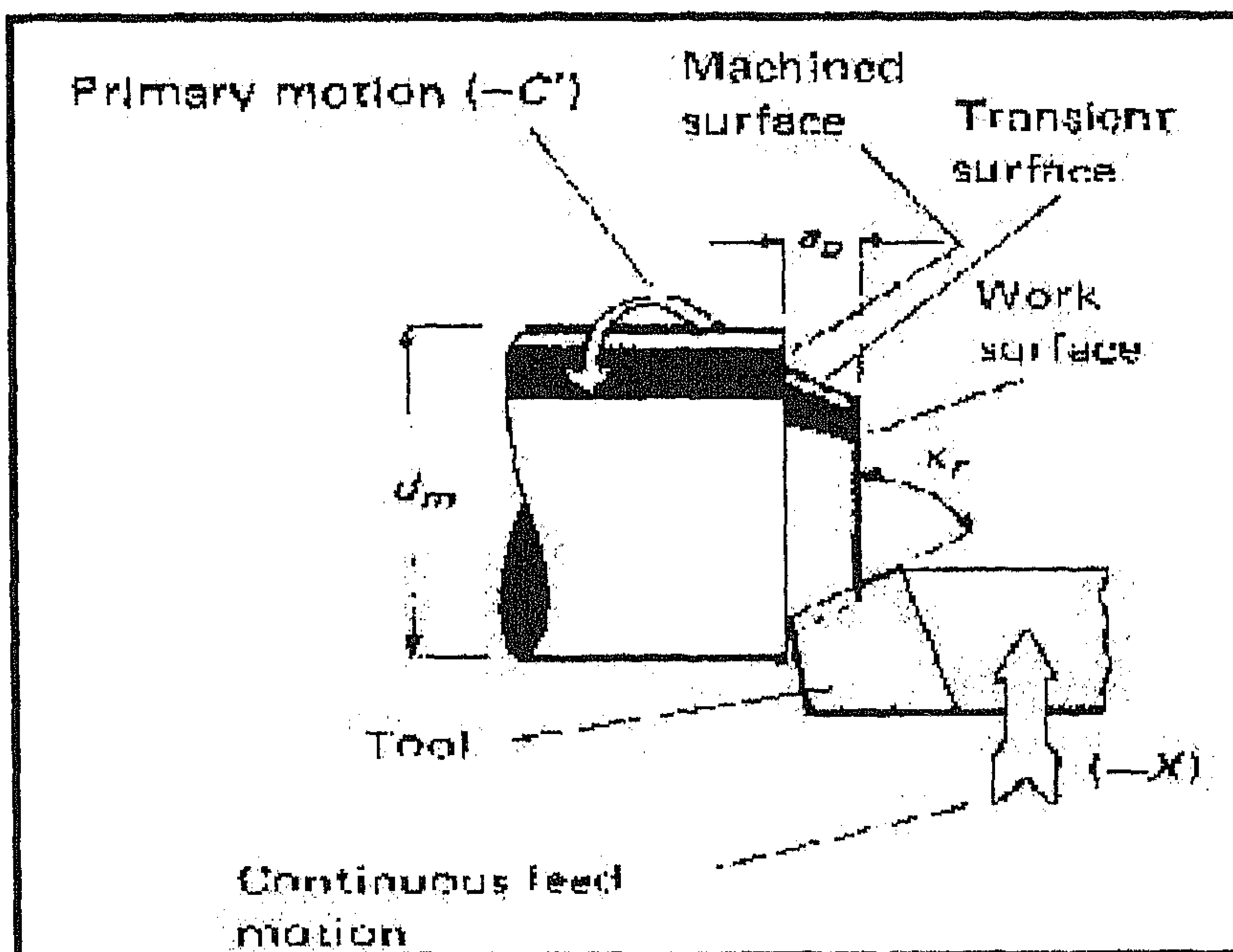
للخراطة لهذه المواد والحديثة جدا تستخدم الحاسوب في الوصول إلى أرقى درجات الكفاءة في الانتاج . وعلى الرغم من دقة الصنعة في المكائن الحديثة وتزايد سرعة الانتاج للأغراض التجارية وتزايد الطلب، إلا أن صناعة المسبحة ومن كافة المواد بالطريقة القديمة للخراطة مع مهارة الخراطين لا تزال تمثل لنا حرفة جميلة انتجت روائع القطع القديمة وهي تمثل في الواقع ارثا رائعا نامل أن لا يندثر كبقية الفنون الحرفية الاخرى فعلى سبيل المثال، لا يمكن مقارنة المسبحة المنتجة باليد مع تلك المنتجة بالآلات الحديثة، بالرغم من كمال الانتاج المتقن إذ أن الصانع القديم للمسبحة أضاف من روحه وخياله وفنه عند انتاجه للمسبحة محاولا الوصول إلى الانتاج المتقن وبذلك ترى تنوع الانتاج والخراطة حتى بالنسبة إلى النوع الواحد من المادة كمسابح الكهرب واليسر والمتحجرات القديمة وغيرها . وبعض الانواع المنتجة القديمة لا يمكن أن تجد لها توأما الحالات ، بينما يتشابه انتاج اليوم من المسابح ذات اللون الواحد أو الشكل الواحد إلى حد كبير مما أفقدها بعض الشيء من جمالية التراث المعهود والصنعة اليدوية . كذلك لم يعد في أحيان كثيرة ، الطلب عليها فرديا ، بل أصبح الطلب والانتاج جماعيا ولكافة الطبقات والامكانات.

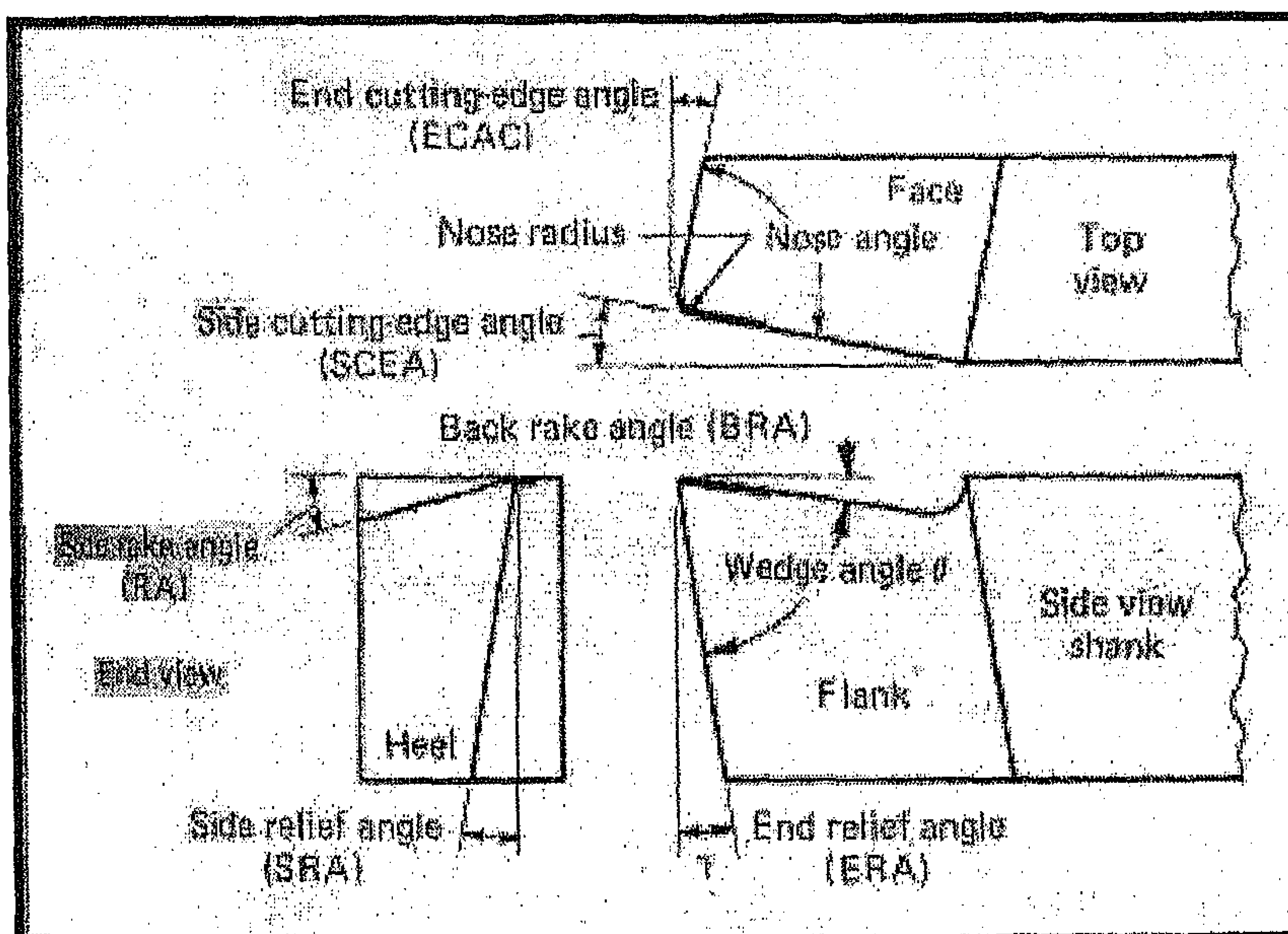


كذلك بودنا القول ان صناعتها من المواد النفيسة جدا مثل الياقوت والامشست وغيره .

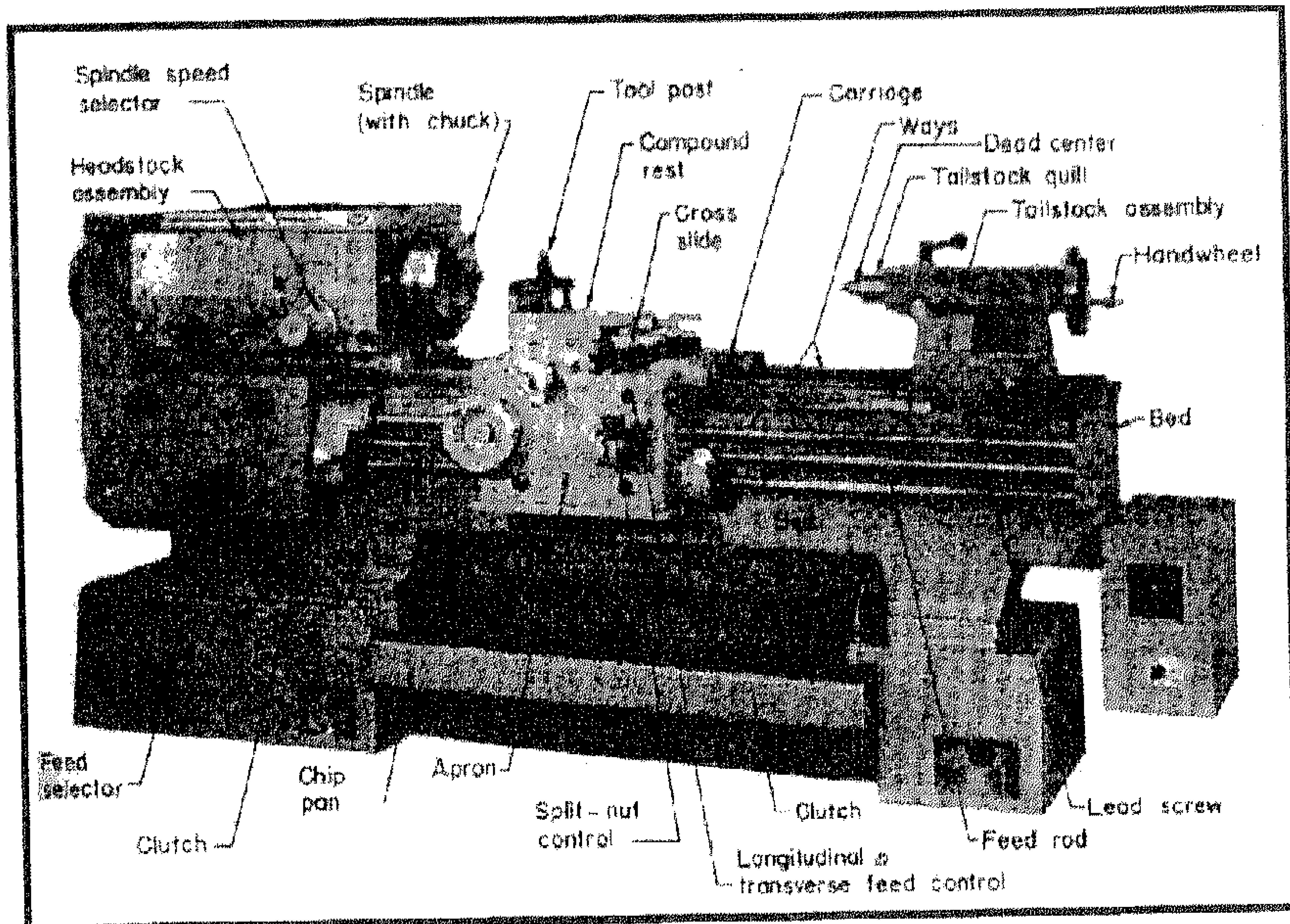


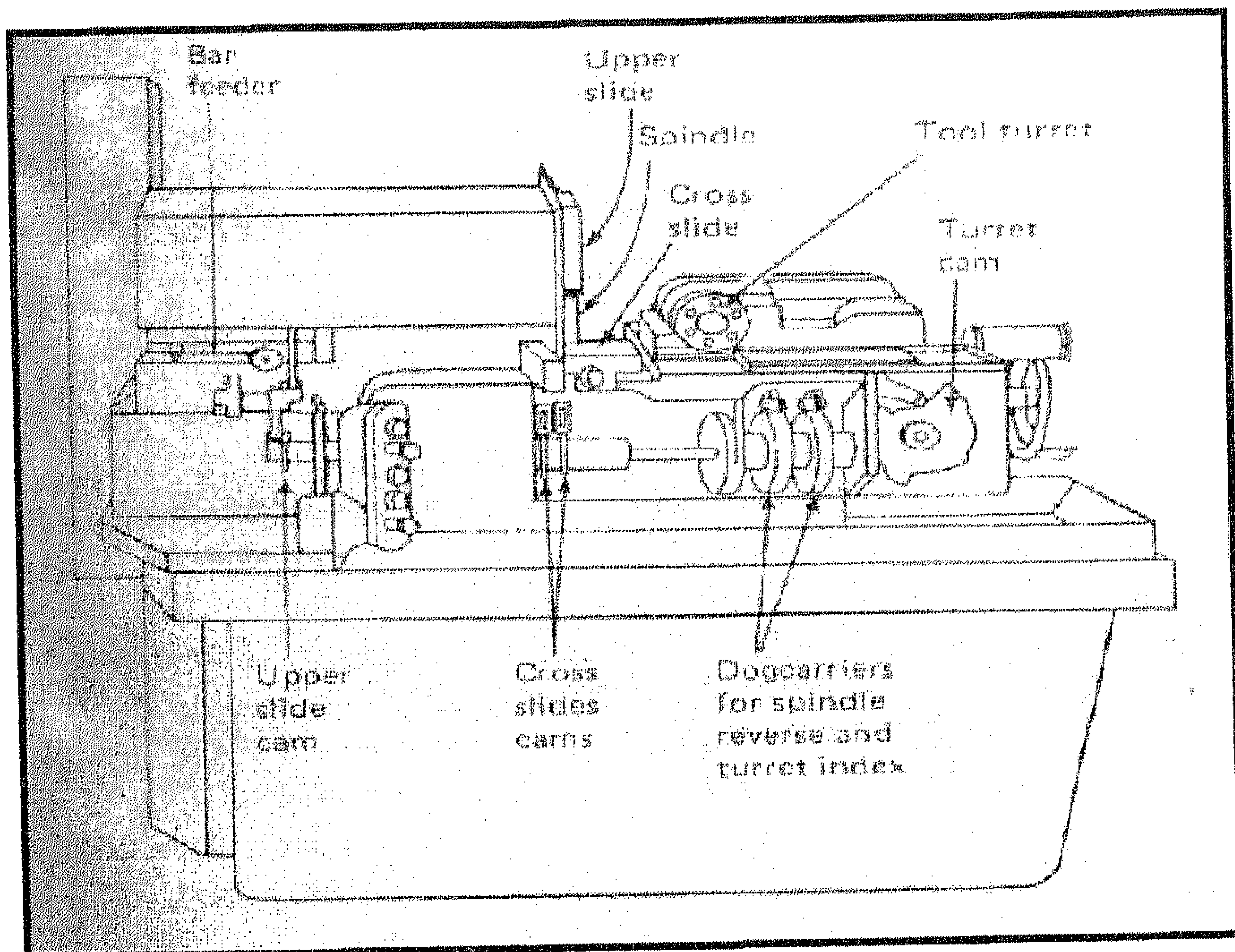


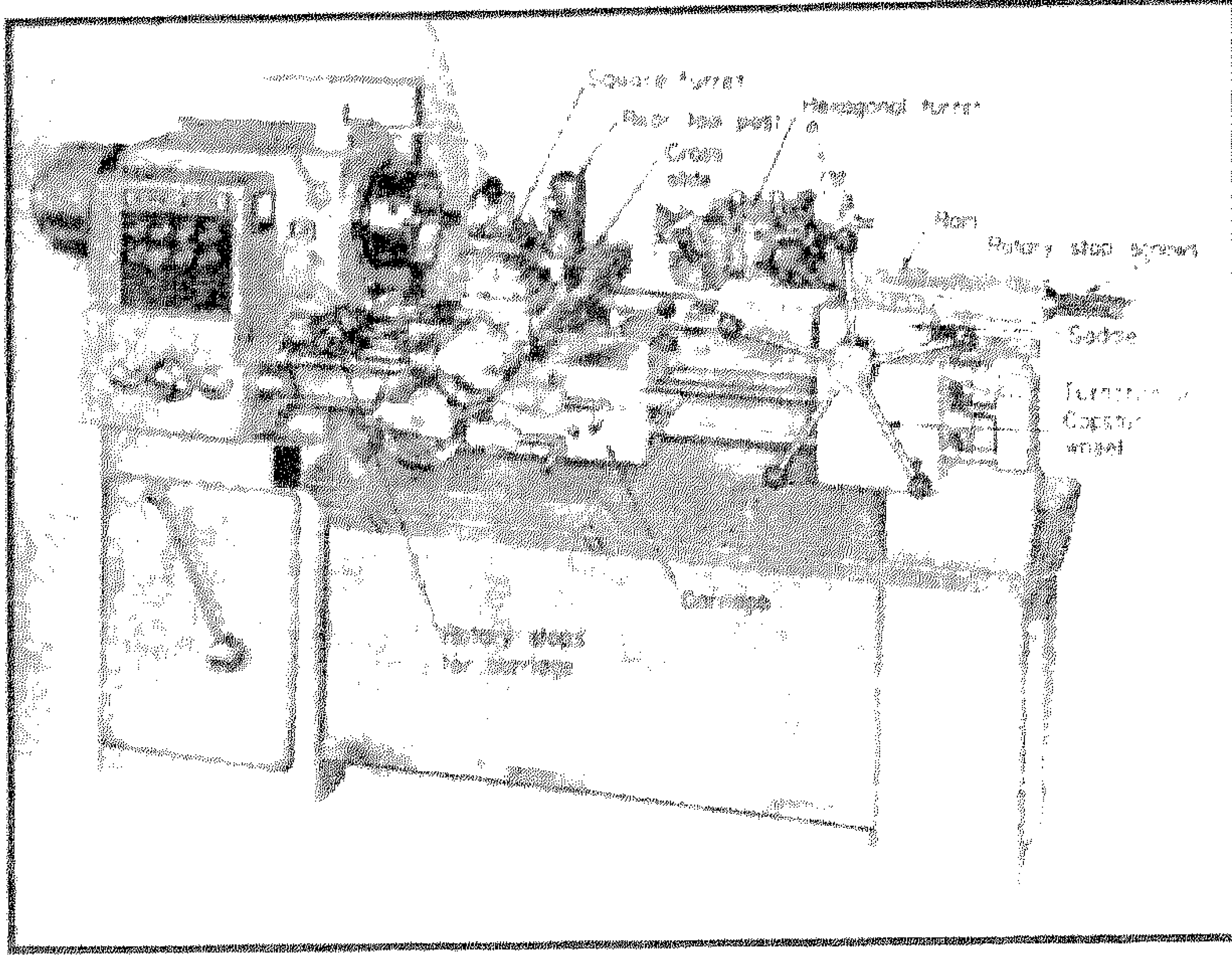

Primary motion (−C')
Machined surface
Transient surface
a_p
Work surface
κ_r
d_m
Tool
(−X)
Continuous feed motion


End cutting-edge angle (ECAC)
Face
Nose radius
Nose angle
Top view
Side cutting-edge angle (SCEA)
Back rake angle (BRA)
Side rake angle (RA)
End view
Wedge angle
Side view shank
Flank
Heel
Side relief angle (SRA)
End relief angle (ERA)




Spindle speed selector
Spindle (with chuck)
Tool post
Carriage
Ways
Dead center
Compound rest
Tailstock quill
Headstock assembly
Cross slide
Tailstock assembly
Handwheel
Bed
Feed selector
Chip pan
Apron
Clutch
Split - nut control
Clutch
Lead screw
Feed rod
Longitudinal & transverse feed control


Bar feeder
Upper slide
Spindle
Tool turret
Cross slide
Turret cam
Upper slide cam
Cross slides cams
Dogcarriers for spindle reverse and turret index



الأجزاء الرئيسية للمخرطة:

سوائل التبريد:

تتولد الحرارة أثناء عملية القطع بسبب انتقال جزيئات المعدن بالنسبة لبعضها البعض وسبب احتكاك هذه الجزيئات خلال انتقالوسبب احتكاك الرايش مع السطح الامامي للقلم وأحتكاك السطح الجانبي الخلفي للقلم مع المشغولة.

تتوزع الحرارة الناتجة في عملية القطع اثناء الخراطة حسب الاتي:

50 – 55٪ متن حرارة القطع في الرايش.

10 – 40٪ من حرارة القطع الموجودة في قلم القطع.

3 – 9٪ من حرارة القطع الموجودة في المشغولة.

1٪ هواء خارجي.

إن حرارة القطع تقلل من قساوة قلم القطع وتجعلة اقل مقاومة للتأكل وتغير ابعادة وتأدي الى تغيرات في ابعاد السطوح المشغلة وبالتالي تنقص دقة التشيل لذلك تستعم سوائل سمينة تسما سوائل القطع والتي تقوم بالمهام التالية:

1. امتصاص الحرارة من المشغولة ومن اداة القطع.
2. التزليق بين أداة القطع والمشغولة.
3. تقلل مقاومة الاحتكاك أي تسهل شكل الرايش وبالتالي تخفف الطاقة الازمة للتشغيل.
4. تطيل عمر أداة القطع.
5. تأمن الجودة السطحية المطلوبة.

اما الشروط الواجب توفرها في سوائل القطع فهي:

1. خواص تبريدية وتزليقية عالية
2. خواص واقية من الصدأ
3. غير ضارة بصحة العامليبن سواء بالمس أو الرائحة
4. أمكانية التخزين لفترات طويلة دون ان تتلف
5. لا تضر بالأجزاء المختلفة آلات التشغيل
6. أن تكون اقتصادية (استخدامها لعدة مرات)
7. أن تساعد على تحسين جودة السطح المشغل وتقلل الطاقة المستهلكة
8. أن يكون لها خواص استحلاب عالية يمكن استخدامها في عمليات التبريد
9. أن تمنع أي التصاق او التحام للرايش بأداة القطع .

أنواع سوائل القطع (تبريد):

تنقسم الى نوعين:

1. **محاليل مائية:** تتضمن السوائل قطع ذات لزوجة قليلة وسعة حرارية عالية وتستعمل بخصائصها التبريدية من أجل زيادة امد عمر أداة القطع وذلك في عمليات التخشين حيث تتولد حرارة عالية أثناء القطع.

مثال: محلول الصود المائي – مستحلبات مائية.

2. **الزيوت:** وهي عبارة عن الزيوت المعدنية والنباتية والحيوانية والمركبة تستعمل لخصائصها التزيتية والتزليقية وذلك في عمليات الانهاء عندما يكون هناك حاجة الى جودة عالية والدقة والانهاء .

ملاحظة: تضاف أحيانا إلى سوائل القطع مواد نشطة سطحيا لتقليل الشد السطحي ولزيادة قدرة التزيت وتخفيض انكماش الرايش.

إن أفضل أنواع سوائل التبريد هي التي تحقق تزييت بالضافة الى التبريد الجيد ويجب ان يكون غزارة سائل التبريد من (8 – 12)LI/MIN في السرعة المتوسطة.

(12 – 20) LI/MIN في السرعات العالية.

ويجب أن يوجه تيار سائل التبريد نحو الرايش في منطقة انفصال عن القطعة .

أن تأثير سوائل القطع على المعادن المشينة هو اكثر وضوحا (الرايش يكون كبير المقطع) اما في المعادن الهشة كحديد الزهر والبرونز لا يستخدم سوائل تبريد لأن الرايش يكون متفتت.

ملاحظة هامة: يمكن الحصول على نتائج تبريد جيدة اذا خلط سائل القطع بهواء مضغوط وذلك على شكل رذاذ من جهة السطح الخلفي للقلم .

الاهتزازات في عملية القطع:

تعرف الاهتزازات علا انها ذبذبات مجموعة الالة والماسك وقلم القطع والمشغولة حيث تقوم بأفساد نوعية السطوح المشغلة وتزيد من تأكل قلم القطع ومن اهتراء الة القطع وتفسد الوصلات في المثبتات وفي الالة وعند ضهور الاهتزازات الخفيفة من الضروري تقليل طبقة المعدن المقطوعة.

حيث يصبح تشغيل المشغولات مستحيلا وتقسم الاهتزازات إلى أنواعه:

1. قوية وتنشأ بفعل القوة المتوافقة الاشارة والتي يمكن ان تكون:

1. قوى متغيرة تأثر على المجموعة كنتيجة للقطع المتواصل (خراطة عامود يحتوي على مجرى)أو سبب سامح التشغيل الغير منتظم(سماكة غير منتظمة للرايش).
2. القوى الناشئة عن عطالة الكتل غير متزنة الدوران والقوى النابذة (المشغولة، ضرف المخرطة، البكرات، قلب المحرك الكهربائي).
3. قوى الصدمة الناتجة عن بعض الاخطاء (تأكل الاجزاء المتحركة واخطاء التصنيع في المسننات وأخطاء السباكة).

2. المحصنة ذاتيا:

وهي اكثر تعقيدا وتحدث ذبذبة بشكل اكبر وتنشأبسبب ما يلي:

1. ختلاف قوى الاحتكاك بين الرايش والقلم وبين المشغولة والقلم .
2. تقصية التشغيل غير المنتضمة للطبقة المقطوعة على مدى سماكة الرايش.
3. عدم استقرار الحد المتأكل الذي يأدي الي تغييرات في زاوية القطع وفي المساح العرضية لمقطع الرايش.

العوامل المؤثرة على الاهتزازات:

1. تزداد الاهتزازات عند تشغيل الصلب وخاصة القاسي منه.
2. تزداد الاهتزازات أولا ثم تقل مع زيادة سرعة القطع.
3. مع زيادة مقدار التغذية (سماكة الرايش المقطوع) تقل الاهتزازات.
4. تزداد الاهتزازات كلما قلة زاوية الاقتراب الافقية الرئيسية والمساعدة.
5. تزداد الاهتزازات مع زيادة نصف قطر استدارة أنف القلم.
6. تزداد الاهتزازات كلما زاد بروز عامود الضراب المتحرك يقل التثبيت.
7. تزداد الاهتزازات مع زيادة النتوء القلم من الماسل.
8. تزداد الاهتزازات كلما ازدادة تأكل القلم على الجانب.
9. لوجه القلم أثر بارز على الاهتزاز فأذا وجدت حفرة على سطحة أثرت بشكل مباشر على قيمة الاهتزاز.
10. الاهتزازات تكون اقل عندما تكون خراطة المشغولة قرب الضراب المتحرك وتزداد عندما تكون قرب الضراب الثابت.
11. سوائل القطع تعمل على تفليل الاهتزازات خلال عملية القطع.

تأكل القلم:

يتآكل القلم أثناء عملية القطع نتيجة احتكاك الرايش على وجه القلم وأحتكاك المشغولة على جانب القلم يتضمن تأكل القلم انتزاع الجزيئات المجهرية من الاسطح كما يتضمن أيضا تحول الحد القاطع اللى رايش مجهري ويحدث التآكل في القلم بشكل عام على كل من الوجه والجانب يتصف تأكل الجانب بالارتفاع.

كما (HF) يتصف تأكل الوجه بالعمق HCوالعرض B لحفرة التأكل أما العلاقة بين زمن التشغيل للقلم والتأكل حسب المنحنى المرسوم وتقسم الى ثلاث مناطق:

1. التآكل الأولي : دث خلاله تأكل كبير للأجزاء الاكثر بروزة من السطح وكلما كانت السطوح انعم قل الاحتكاك وقدار التأكل .
2. التآكل العادي :حيث يحدث التأكل بشكل تدريجي مع استمرار عمل القلم.
3. التآكل السريع : ويبدأ عندما يصل التأكل الى درجة معينة حيث تتغير ضروف الاحتكاك بسبب درجة الحرارة العالية والضغط على القلم من ناحية الوجه .

اذا وصل القلم الى النقطة A وتمت عملية جلخة فأن ذلك غير اقتصادي لأنه سيكون من الضروري جلخة مجددا بشكل دوري ومن غير الملائم وصول القلم الى النقطة C حيث ان طبقة سميكة من معدن القلم سيتم ازالتها خلال عملية الجلخ كما لا يجوز الافراط في التأكل لأسباب فنية معينة اذ عندما يصل تأكل الجانب الى قمة معينة تزداد قوة القطع وترتفع درجة الحرارة ويتلف انهاء السطح المشغل وتنخفض دقة التشغيل وتتولد الاهتزازات.

ملاحظة: الأقلام ذات اللقم الكربيدية في منحنى التآكل لا توجد لها المرحلة الثالثة أي مرحلة التآكل السريع بسبب القساوة العالية للكربيدات كما ان التآكل في هذه الاقلام يكون على الجانب أكثر منه على الوجه وخاصة عند سرعات الاقطع المنخفضة.

عند تشغيل المعادن الهشة ك كحديد الزهر والبرونز يتآكل القلم بشكل رئيسي على الجانب دون أعتبار قلم القطع بسبب قدرة الاحتكاك القليلة للرايش المفتت على وجه قلم القطع اما في المعادن المتينة فأن التآكل يضهر في بطء أكثر تعقيدا اذ يسود تأكل الجانب عند السرعات المنخفضة عندما لا يتشكل حد متراكب كما يسود تأكل الوجه عند السرعات العالية حيث يتشكل الرايش المستمر الذي يضغط على سطح القلم شكل حفرة التآكل.

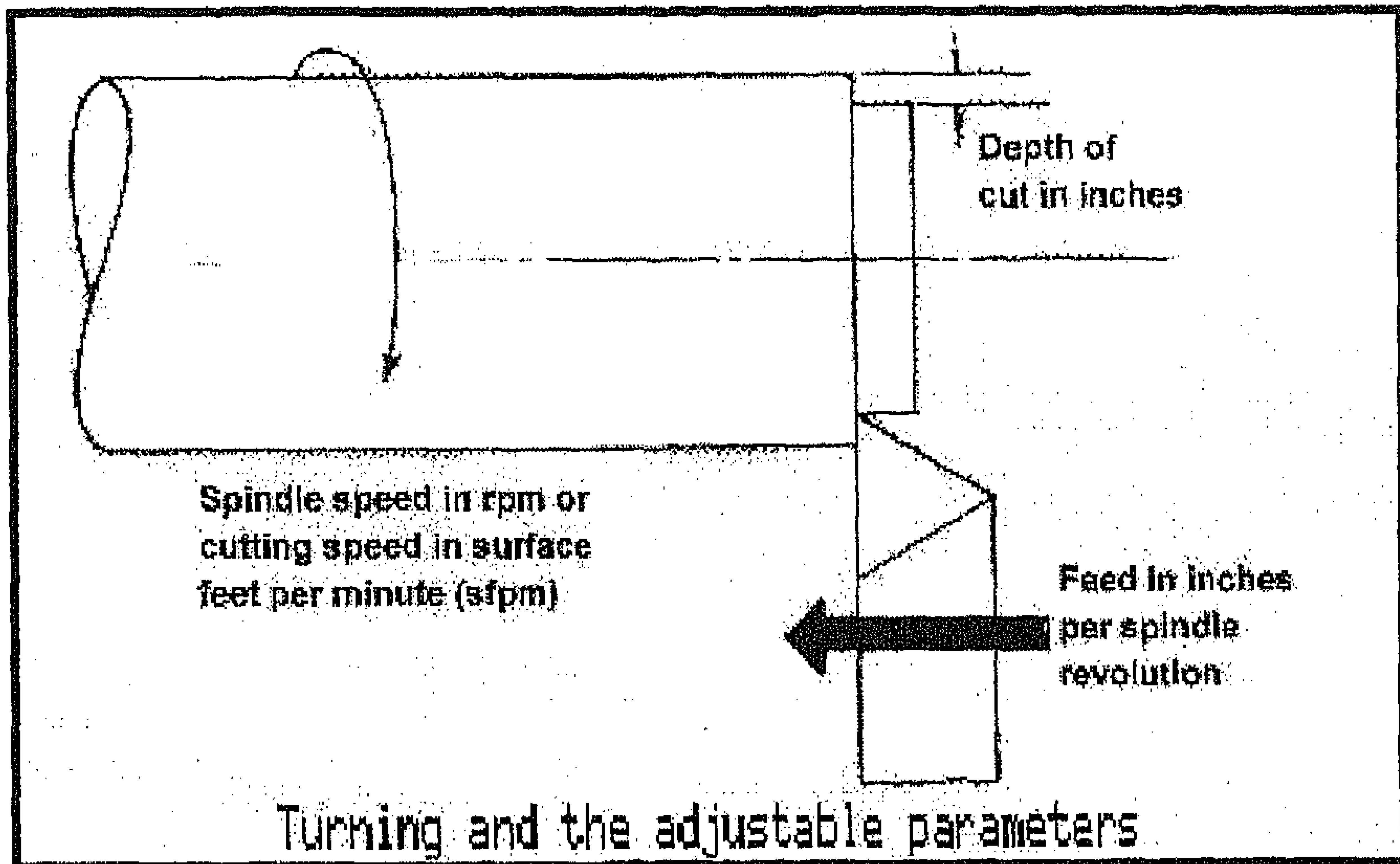
أمد عمل القلم (عمر القلم): يعرف انه عبارة عن الزمن الذي يعمل فيه قلم القطع بشكل طبيعي الى ان يتأكل اي هو المدة الزمنية المحصورة بين عمليتين شحن متتاليين وتأثر على أمد عمل القلم . العوامل التالية:

1. المادة المشغل وخواصها.
2. مادة القلم وزوايا القلم وشكل السطح الامامي له وسرة القطع ومساحة المقطع العرضي للطبقة المنزوعة وسائل التبريد.

أن ازدياد صلابة او متانة المادة المشغلة وكذلك قابليتها للتقليد تنقص من امد القلم وذلك بسبب ان المادة الصلبة تبدي ضغط شديد على القلم وبأزدياد الضغط تزداد قوة الاحتكاك وكمية الحرارة لذلك من الافضل صناعة الاقلام من المواد المقاومة للحرارة والتي تتحمل درجة حرارة اكبر بدون ان تفقد من صلابتها ولذلك فأن الاقلام المزودة بلقم كربيدية تتميز بأطوال امد (عمل أطول).

أما الأقلام المصنوعة من الصلب السرعات العالية فتتميز بأمد عمل اقصر بكثير من الاقلام الكربيدية والاقلام المصنوعة من الصلب الكربوني فتملك أقصر أمد عمل القلم .

أن زاوية الجرن ( ) وزاوية الافتراب الافقية ( ) وشكل السطح الامامي تؤثر تأثيرا كبيرا على عملية القطع وعلى سهولة انسياب الرايش وعلى لدونة السطح المعرض للتشغيل وعلى امد عمل القلم وأثناء عملية التجليخ فتغير الزاوية وشكل السطح الاساسي وبالتالي التوصل الى زيادة امد عمل القلم وانتاجية كما وتؤثر بأبعاد القلم على امد عملية تقليل شكلما زادت كتلة القلم و بالتالي استطاعة نقل الحرارة بشكل أفضل بعيدا عن الحد القاطع أما سرعة القطع فهي تؤثر بشكل خاص على أمد عمل القلم حيث ان الزيادة القليلة لها أحيانا تؤدي الى الى التأكل السريع للقلم.



يبين الشكل اتجاه قلم القطع اثناء التغذية

الوحدة الثامنة

التدفئة المركزية

قص و تسنين الأنابيب المعدنية و البلاستيكية:

نظرة شاملة:

تشكل تمديدات الأنابيب وقطع الوصل نظاما يستعمل لنقل المائع المختلفة من مكان الى أخر والتحكم في أعمال التدفئة المركزية والتمديدات الصحية وأجهزة التكييف والتبريد.

إن تميز الأنواع المختلفة من الأنابيب و الصمامات وقطع الوصل والتعرف على إشكالها وأسمائها وطرق استخدامها من الأمور الهامة التي توفر الوقت والجهد عند تنفيذ أعمال التدفئة المركزية والتكييف والتبريد وتصنع الأنابيب من مواد عديدة كالفولاذ وحديد السكب والنحاس الأحمر والأصفر والبلاستيك والاسمنت وغير ذلك. وتعتمد طرق توصيل الأنابيب مع بعضها بعضا او تفريعها على طبيعة استخدامها ونوعيتها وأقطارها وهناك طريقتان لوصل الأنابيب هما:

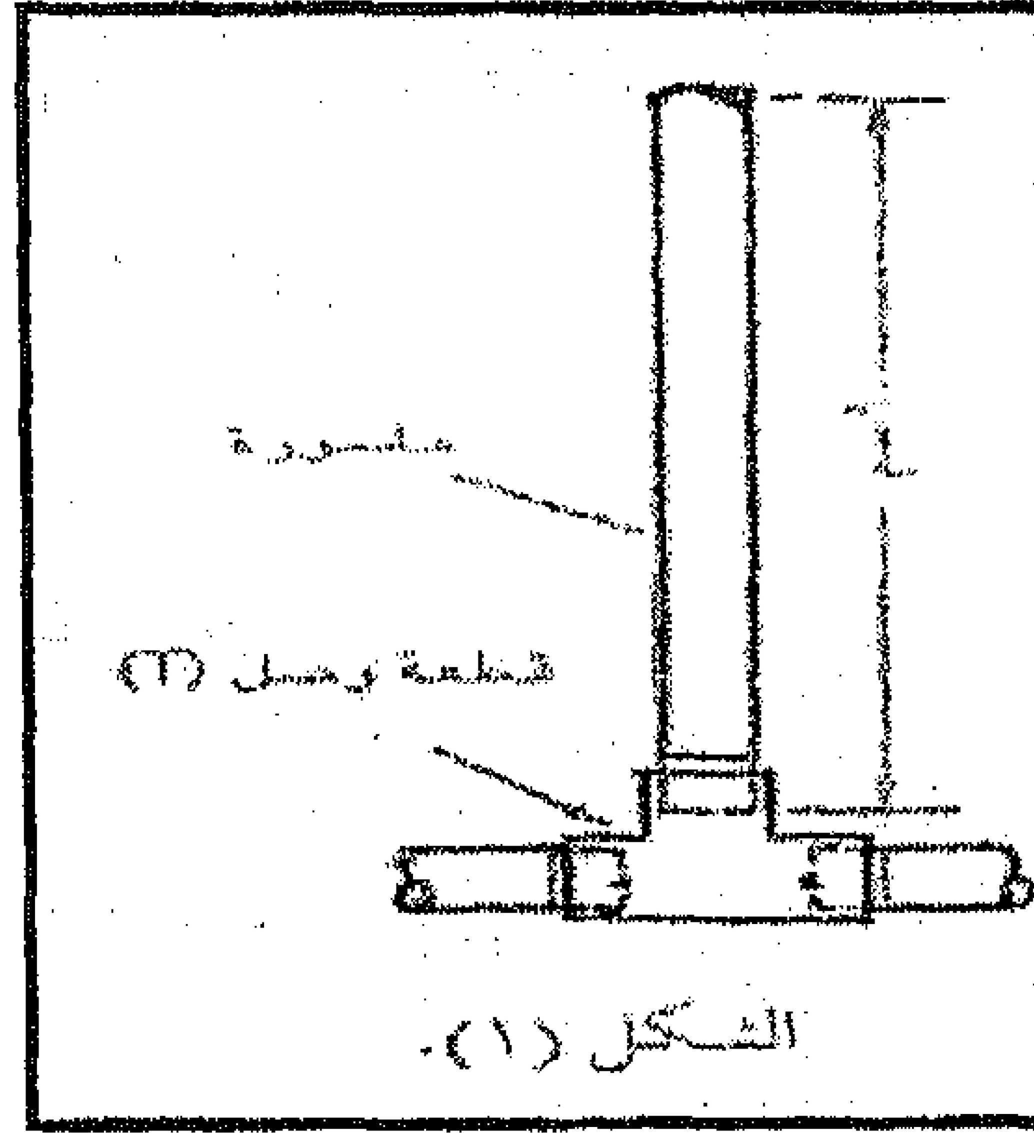
1. **الوصلات المؤقتة:**

يستخدم لوصل الأنابيب قطع وصل أضافية سهلة التركيب والفك عند اللزوم وهي تختلف في الشكل و النوع وزالهدف من الاستعمال ومنها وصلات الشفاه والوصلات المسننة وتعد الوصلات المسننة الأكثر شيوعا في وصل الأنابيب ذوات الأقطار الصغيرة وتستعمل معها مانعة للتسرب لاحكام عملية الوصل دون اى تسرب مثل الكتكت او شريط التفلون او المعجون بينما تستخدم وصلات الشفاه في وصل الأنابيب ذوات الأقطار ذوات الأقطار الكبيرة.

2. الوصلات الدائمة:

تستخدم لذلك الوصلات الملحومة وهي وصلات غير قابلة للفك. وتستخدم أحدى أنواع اللحامات الآتية:

- لحام القوس الكهربائي: يستعمل هذا النوع من اللحام في وصل المواسير المراد وصلها مع بعضها بعضا باستخدام الطاقة الحرارية المتكونة بين الأقطاب الكهربائية (السالب والموجب)لآلة اللحام. وتعد هذة الطاقة الحرارية المصدر اللازم لأجراء عملية اللحام.



الشكل (١).

- لحام النحاس: يستعمل لوصل المواسير الفولاذية مع الأنابيب النحاسية مع بعضها بعضا .ويتم تسخين حافات الأنابيب لدرجة الاحمرار دون صهرها .باستخدام لحام الاكسي استلين وصهر سلك لحام (سبيكة النحاس) عليها لملء الفراغ بين الأنبوبين.
- لحام الفضة: يستعمل لوصل الأنابيب النحاسية بواسطة استخدام أسلاك سبائك الفضة وذلك بصهرها على أطراف الأنابيب النحاسية المحمرة باستخدام لحام الاكسي استيلين.
- لحام البلاستيك:يستعمل لوصل الأنابيب المصنوعة من اللدائن الحرارية مع قطع الوصل البلاستيكية إذ يتم تسخين كل من طرف الأنبوب وقطعة الوصل باستخدام آلة لحام خاصة ومن ثم إدخال أحدى الطرفين في الأخر.

التمرين الأول:

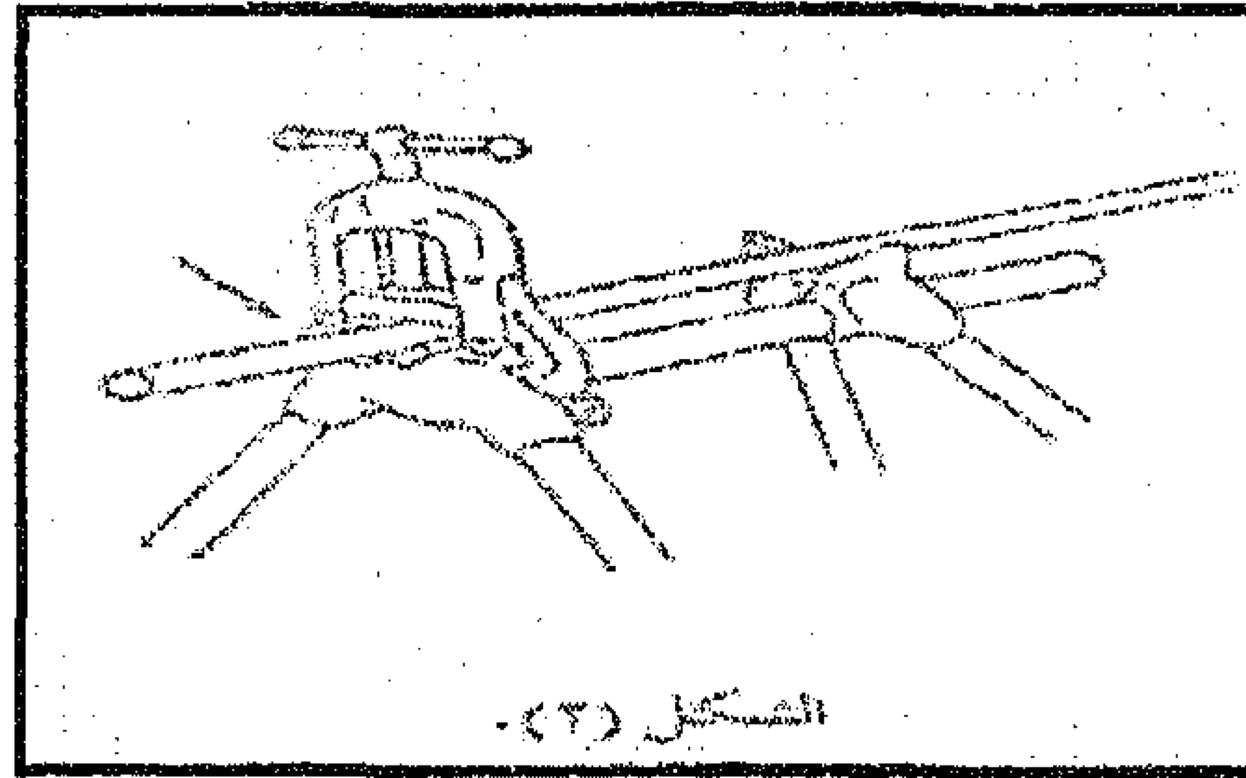
أولاً: قص وتسنين المواسير الفولاذية وتسنينها ووصلها بالقطع المسننة.

تستخدم المواسير الفولاذية لتمديد شبكات التدفئة المركزية والنوع المغلفن منها يستخدم مياه الشرب وللقيام بهذه العملية يلزم قص المواسير الفولاذية وتسنينها حسب الأطوال المطلوبة وتوصيلها بالقطع المسننة، وتتم عملية القص باستخدام مقص المواسير ومن ثم تسنين باستعمال آلة تسنين يدوية او كهربائية

تشكيل سن لولبي على سطح أطرافها الخارجية وذلك لسهولة وصلها مع بعضها بعضا وفكها عندما يلزم ذلك.

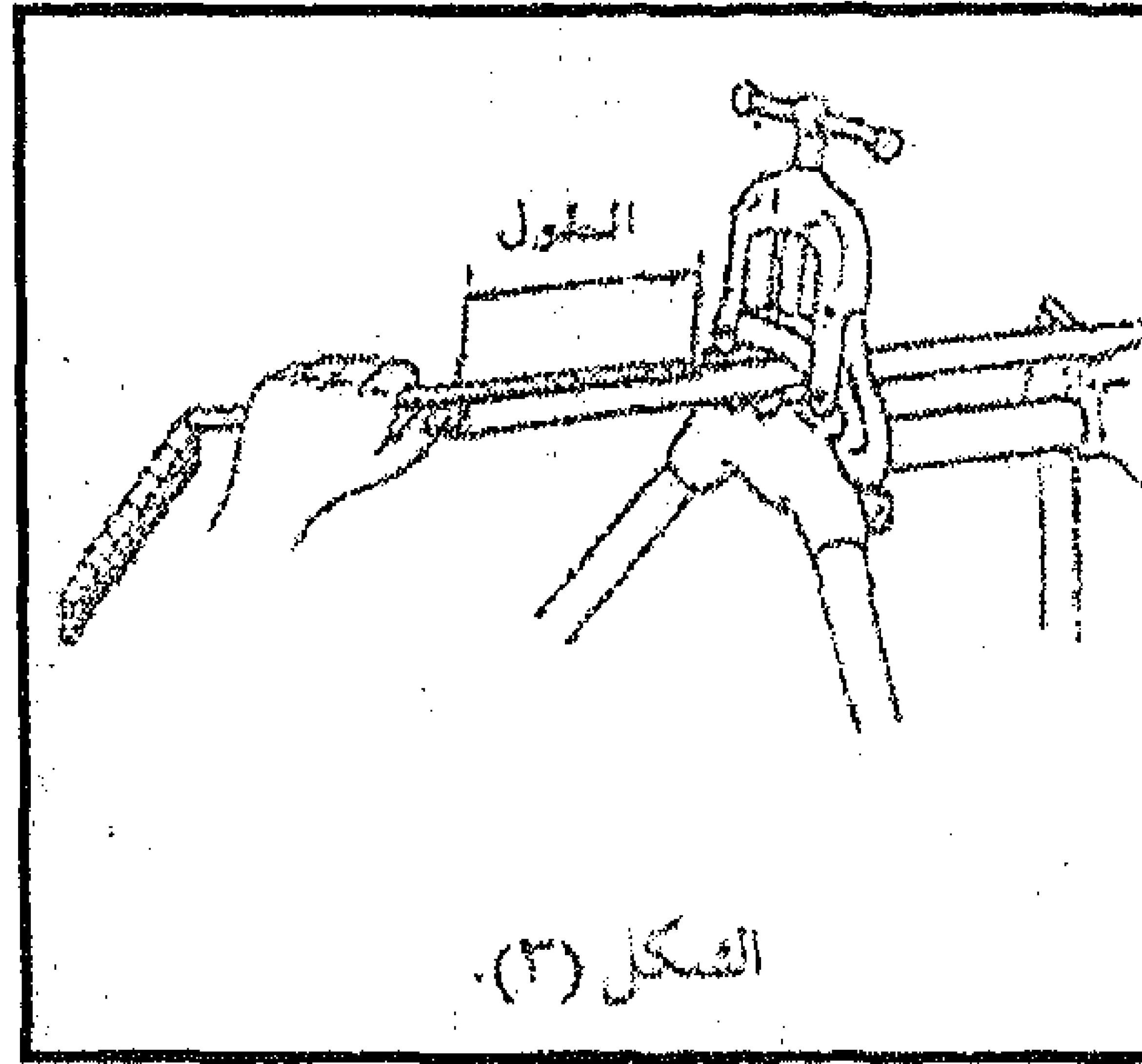
1. اقرأ المخطط المبين في الشكل (1).

بعد قراءة الشكل المطلوب تنفيذ هذا الجزء كما ورد في الشكل:


الشكل (٢).

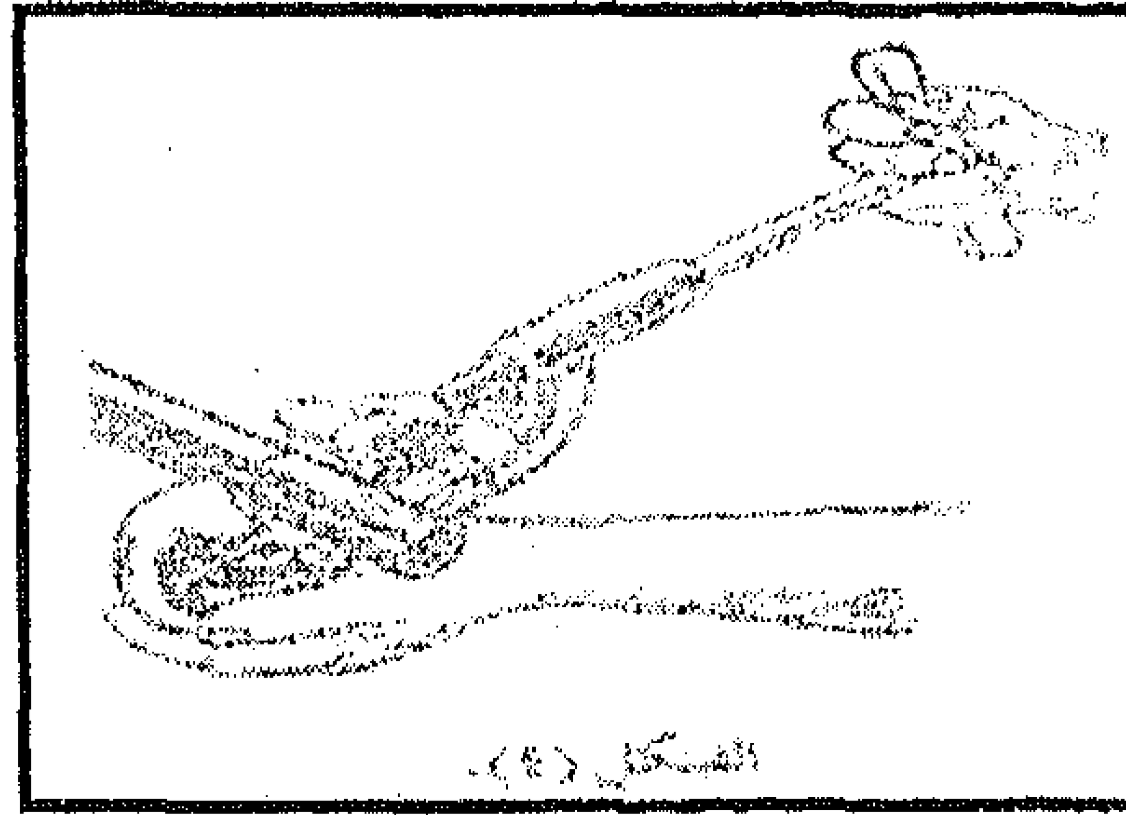
2. ضع الماسورة في الملزمة وأخرجها مسافة اكبر قليلا من الطول.

المطلوب قصه لمسافة تسمح بدوران مقص المواسير كما في الشكل (2)

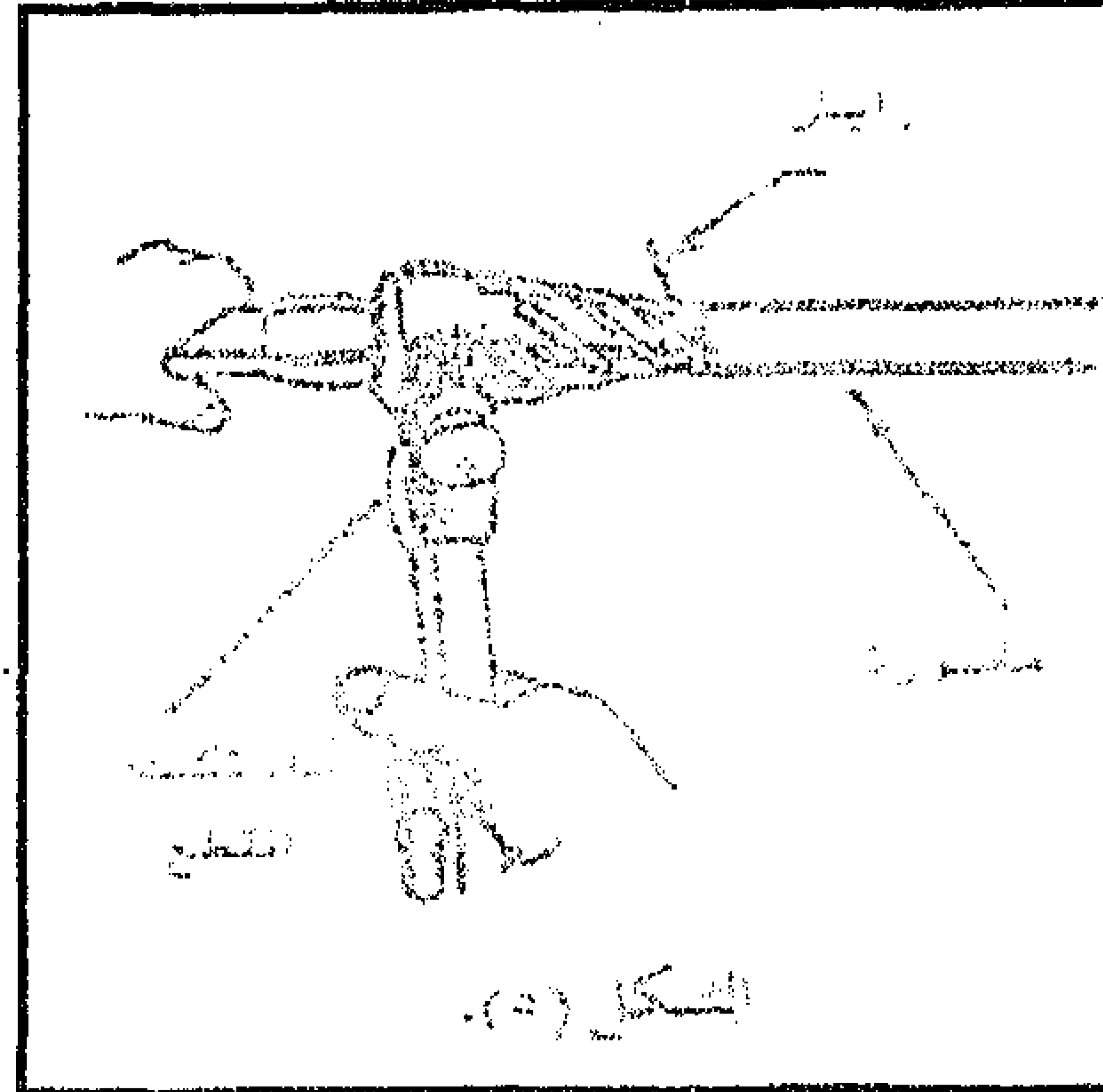


الشكل (٣).

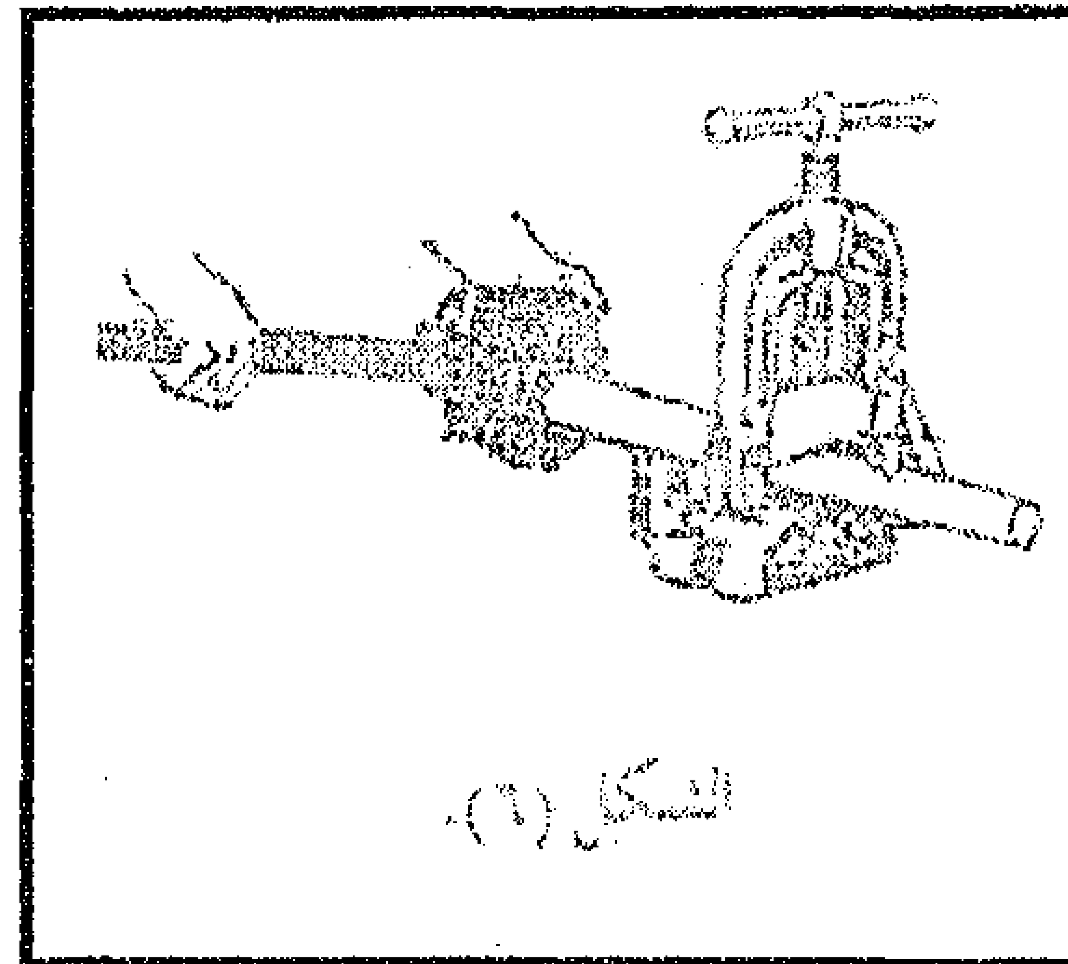
3. حدد الطول المراد قصه وعلم ذلك على الماسورة كما في الشكل(3).


الشكل (٤).

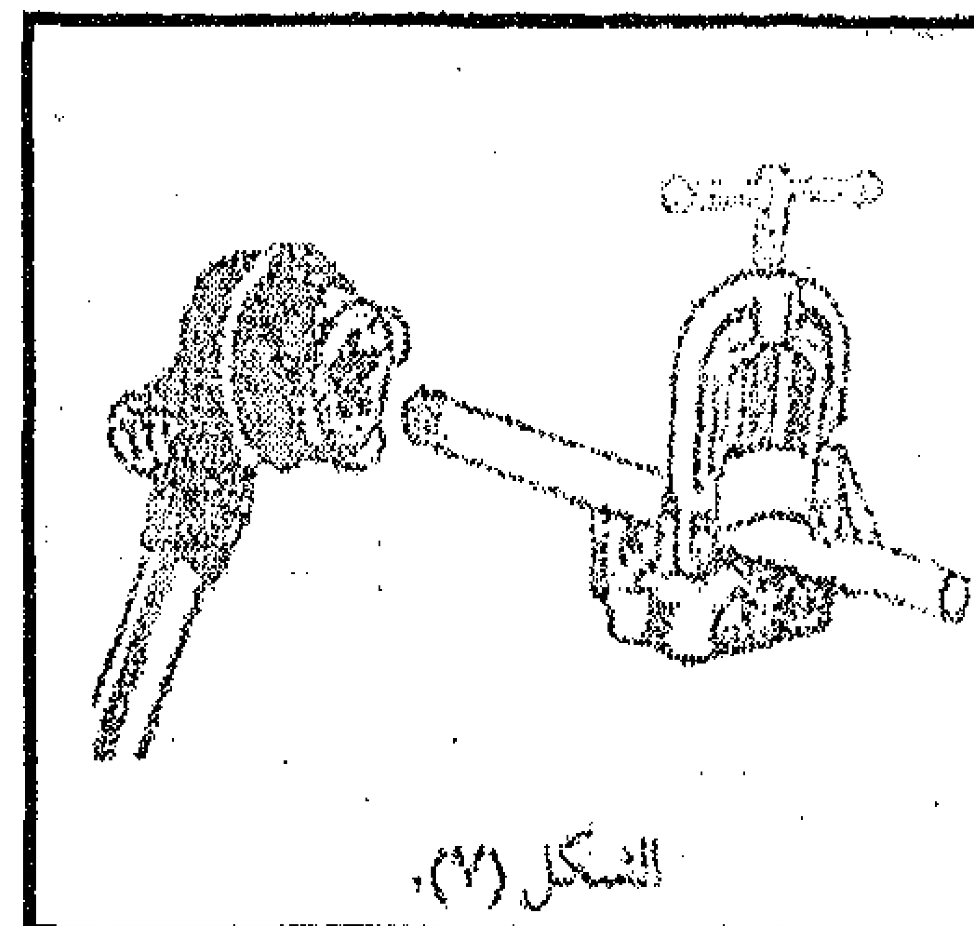
4. افتح المقص فتحة تناسب قطر الماسورة وضع شفرة المقص على العلام كما في الشكل رقم (4) قص الماسورة وذلك بلف عتلة المقص باتجاة حركة عقارب الساعة حتى تنطبق عجلات المقص وشفرة القص على الماسورة ثم لف المقص حول الماسورة واستمر في لف عتلة المقص حتى تتم عملية قص الأنبوب.
5. نظف مقطع الماسورة من النتوءات الناتجة من عملية القص بواسطة أداة تكملة القطع كما في الشكل (5).


الشكل (٥).

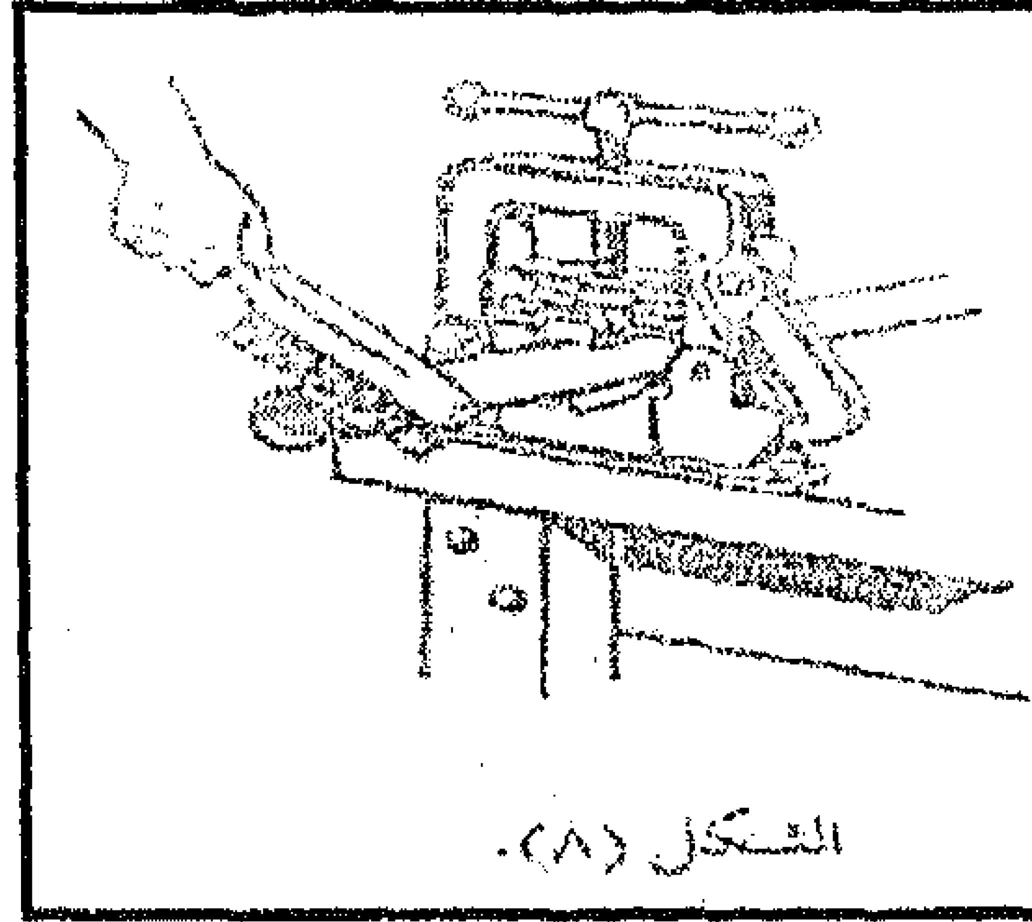
6. ضع أداة التسنين اليدوية (التختاية) على الماسورة كما في الشكل (6) ضع قطرات من الزيت على أسنان أداة التسنين وباشر عملية التسنين وذلك بلف عتلة أداة التسنين باتجاة حركة عقارب الساعة.


الشكل (٦).

7. اخرج أداة التسنين من الماسورة بوضع قفل تغير الاتجاة حركة أسنان أداة القطع بعكس اتجاه عقارب الساعة كما في الشكل (7).

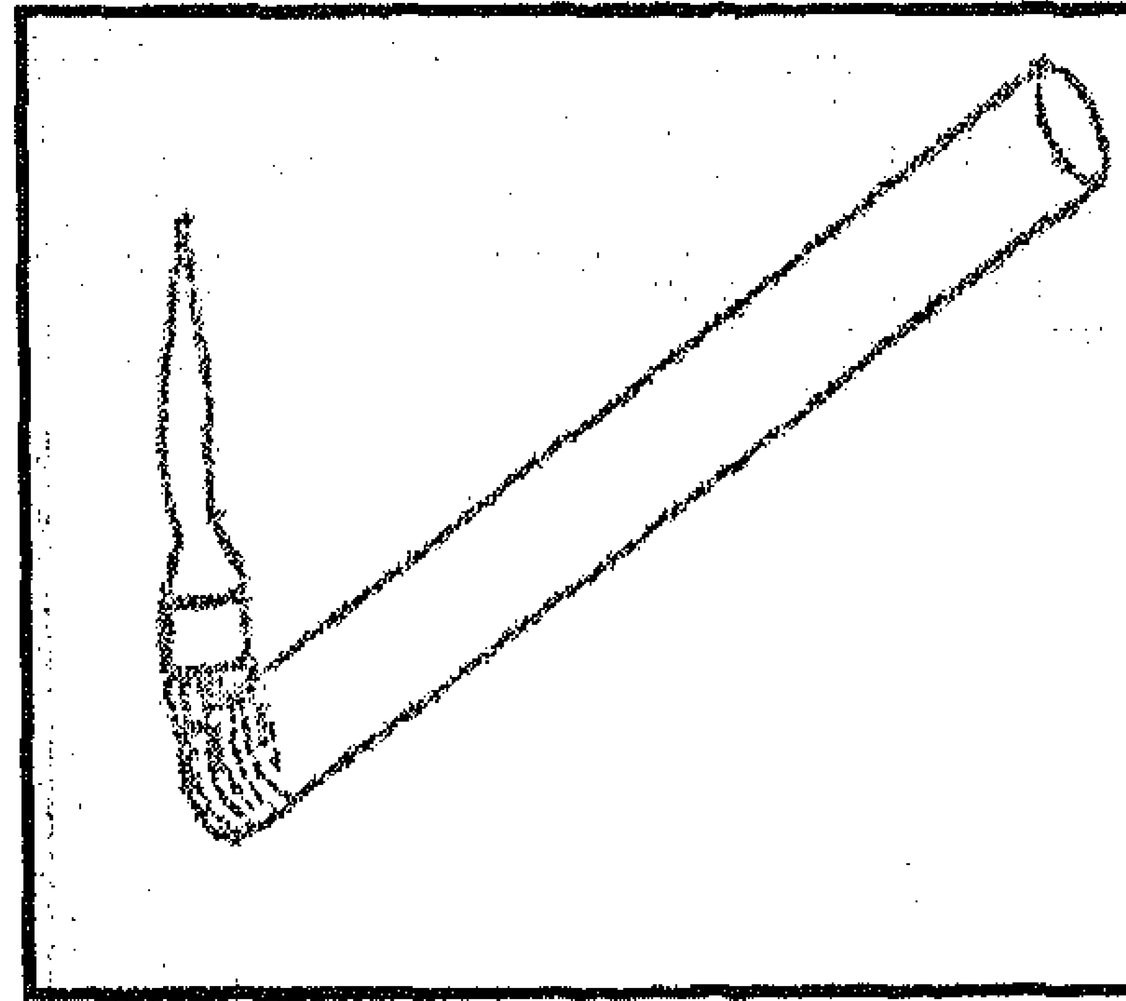

الشكل (٧).

8. نظف السن من الرايش ونواتج التسنين باستخدام فرشة سلك كما في الشكل (8).

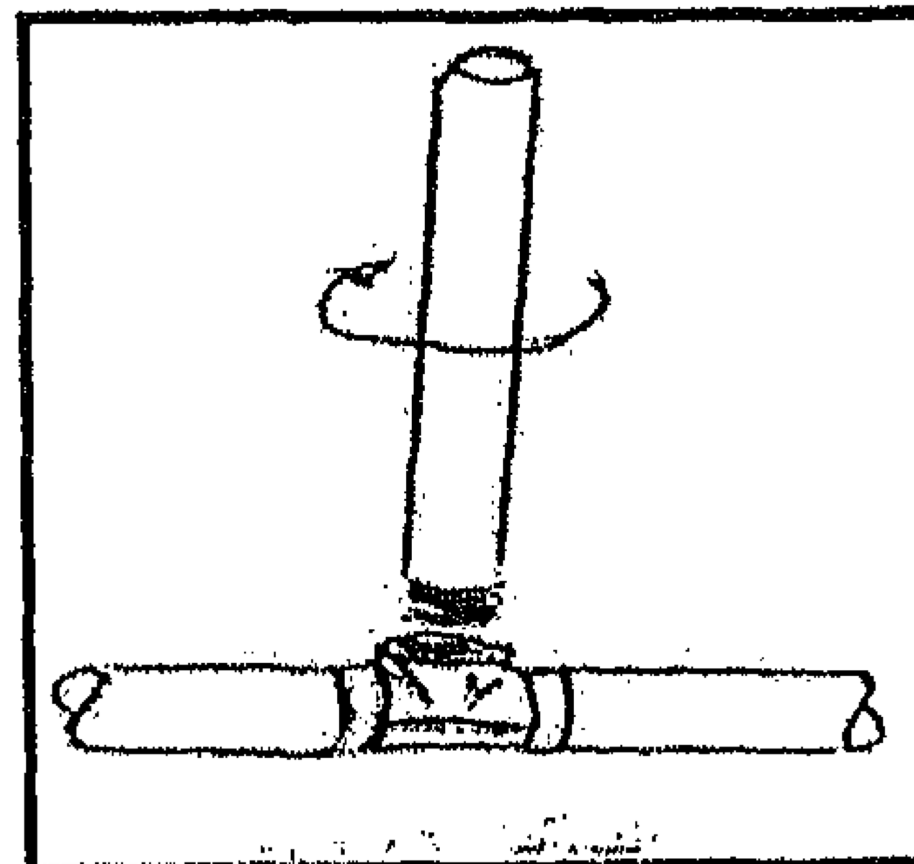


الشكل (٨).

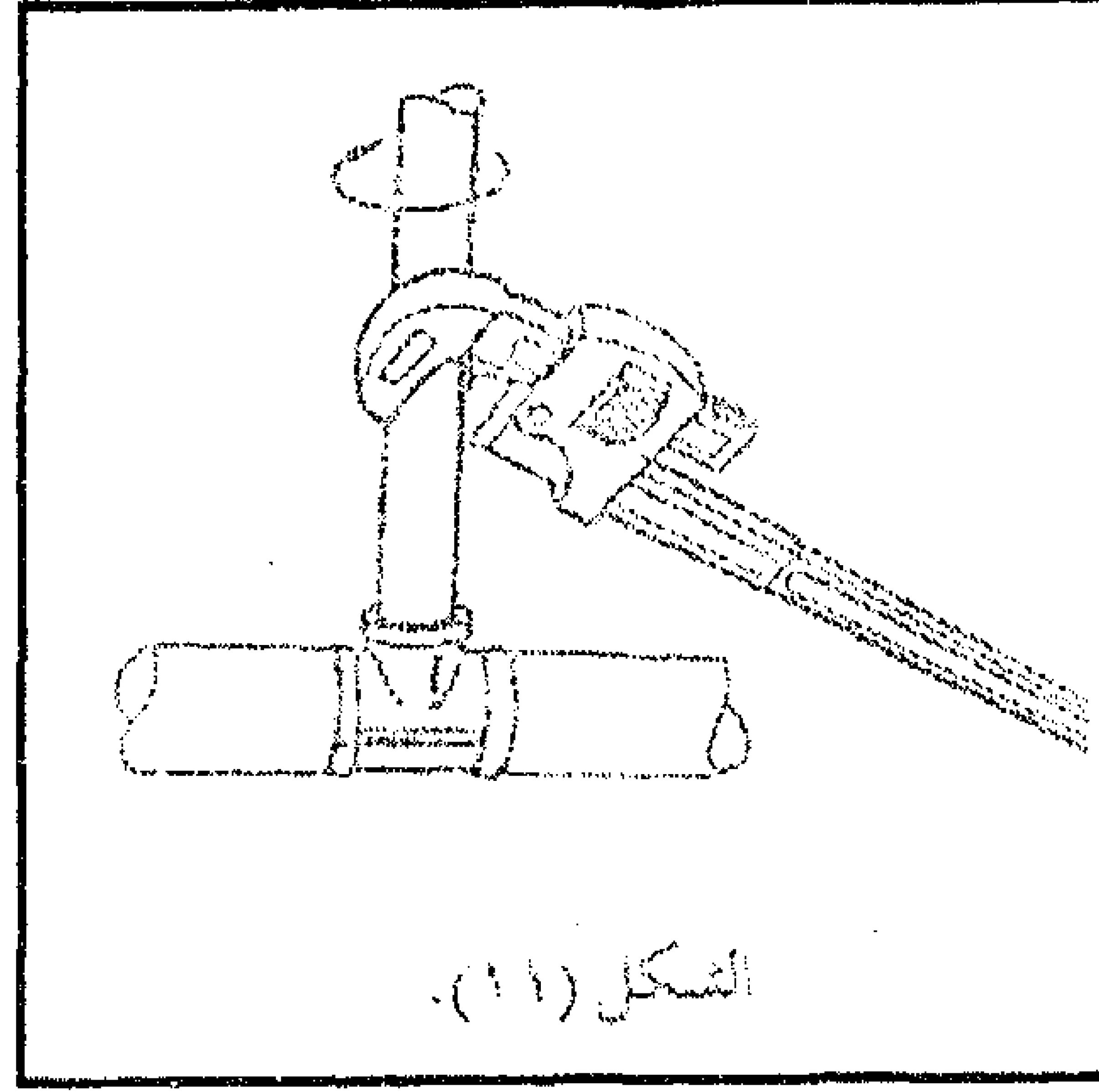
9. ادهن سن الماسورة بدهان الأساس كما في الشكل(9) ولف السن بمانع التسرب (شريط التفلون او الكتكت) ثم ادهن فوق مانع التسرب.



10. ركب الماسورة بعد إخراجها من ملزمة التثبيت في قطعة الوصل المسننة كما في الشكل................

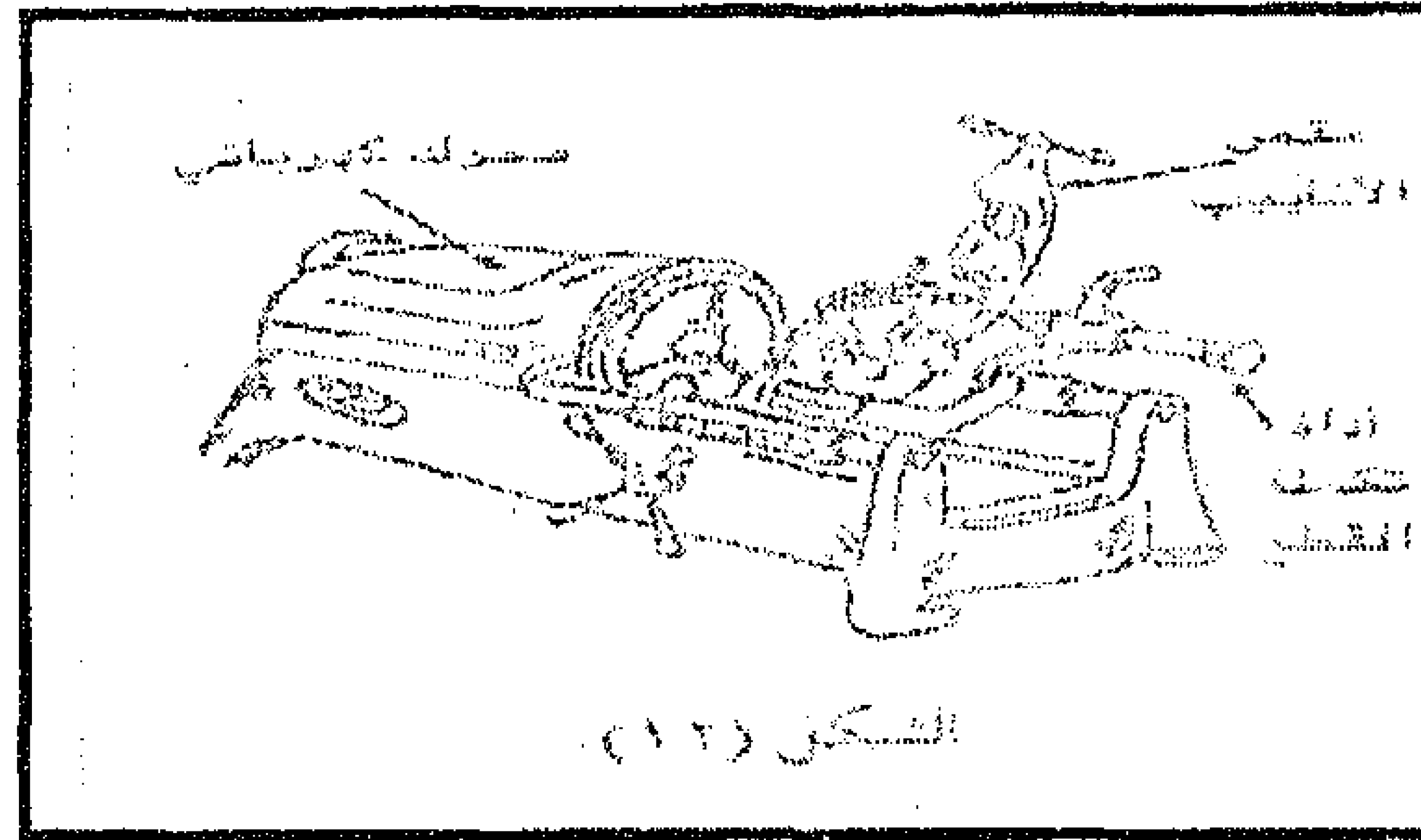


11 .شد الماسورة باستخدام مفتاح المواسير كما في الشكل(11)



الشكل (١١).

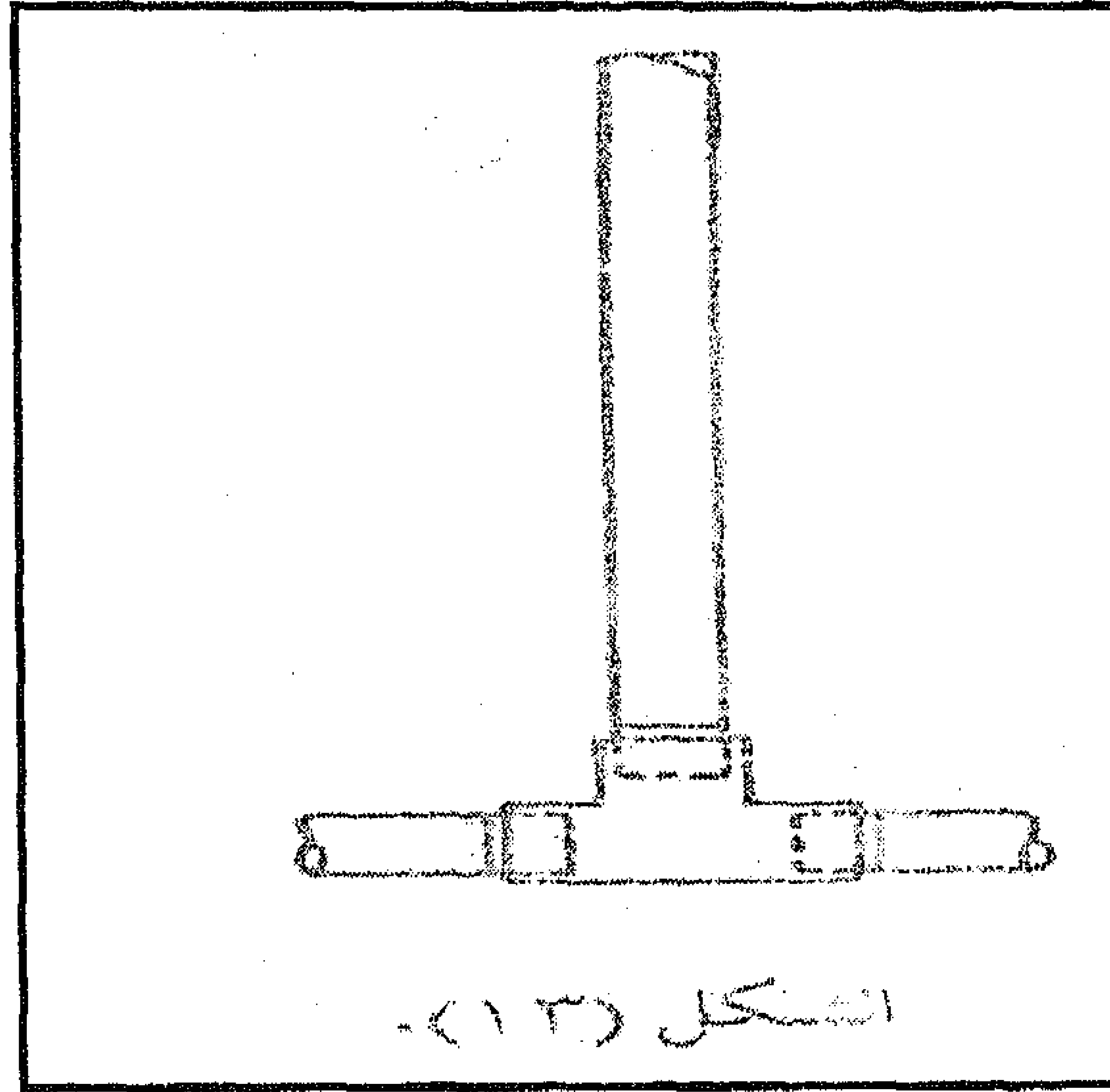
ثانياً: قص الماسورة باستخدام آلة التسنين الكهربائية.



الشكل (١٢).

1. ضع الماسورة في آلة التسنين الكهربائي وأخرجها مسافة اكبر من الطول المطلوب قصة بمسافة تسمح بتحريك مقص المواسير الى موضع القص.
2. حرك مقص المواسير لموضع القص, ثم افتح المقص فتحة تناسب قطر الماسورة وضع شفرة القص على العلام.
3. شغل آلة التسنين ثم قص الماسورة وذلك بلف عتلة المقص حتى تنطبق عجلات المقص وشفرته على الماسورة استمر في لف العتلة مع استمرار دوران إلة التسنين حتى تكمل عملية القص.
4. أوقف آلة التسنين واعد المقص الى مكانه.
5. حرك تختاية آلة التسنين الكهربائية وادخلها في طرف الماسورة.

6. شغل آلة التسنين لتسننين طرف الأنبوب مع ضرورة وضع قطرات من الزيت على أسنان إدارة التسنين والماسورة الى إن تتم عملية التسنين.
7. أوقف آلة التسنين واخرج الماسورة منها.
8. كرر الخطوات السابقة من الجزء الأول من هذا التمرين حتى تحصل على الوصلة المطلوبة والمبينة.

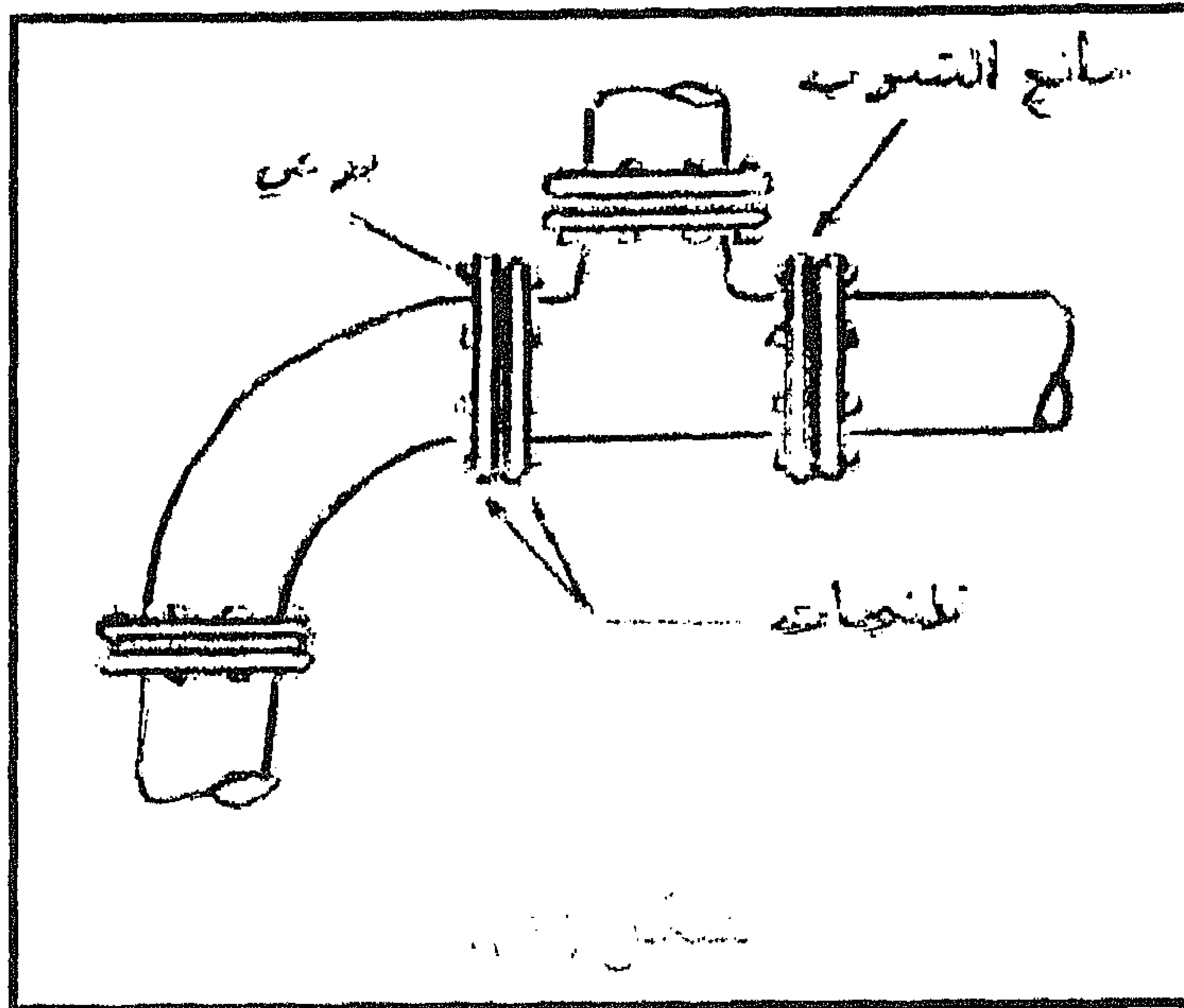

الشكل (١٣).

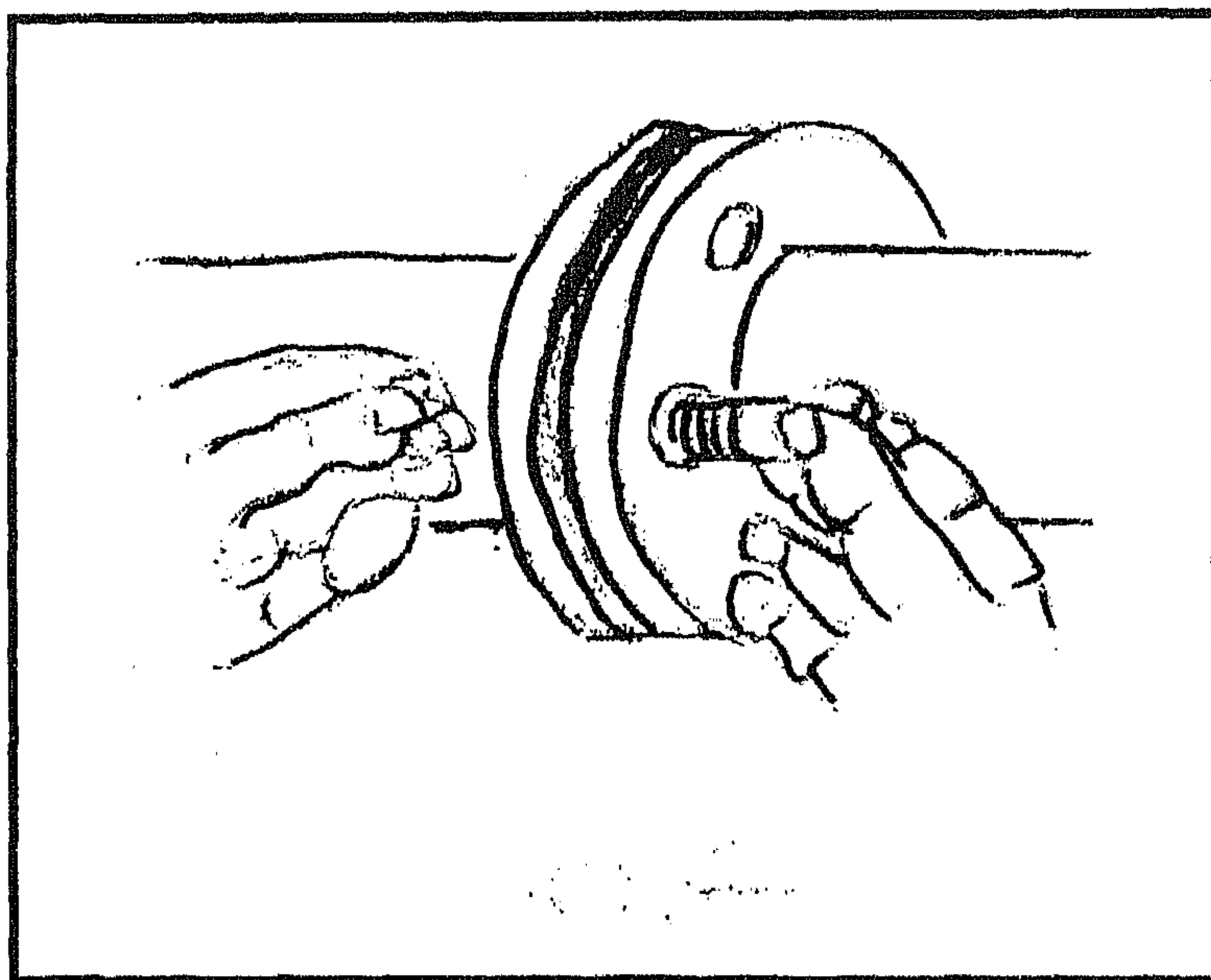
التمرين الثاني:

وصل المواسير الفولاذية وقطع الوصل والمحابس باستخدام الشفاه (الفلنجات) والبراغي.

المعلومات الأساسية:

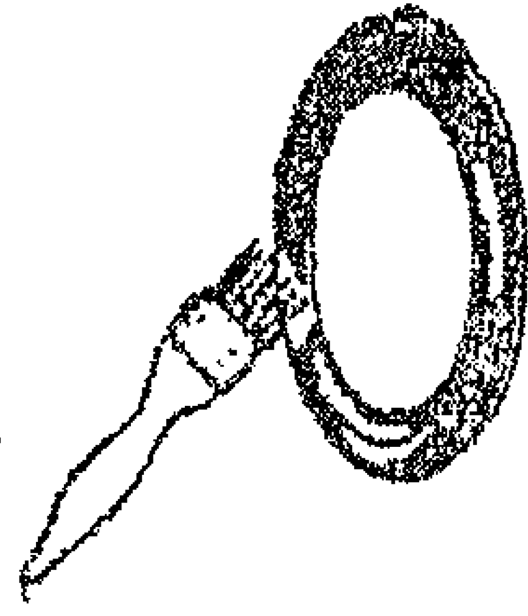
الشفاه (Flanges) هي حلقات تثيب مع أطراف المراسيير وقطع الوصل المختلفة بوساطة اللحام وتستدم الشفاه لوصل المواسير والمحابس ذات الأقطار الكبيرة والتي تزيد عن مائة مليمتر (أربع بوصات)، إذ تثبت بواسطة البراغي ويضع بين الشاه حلقات مطاطية او أي مانع للتسرب.


مانع التسرب
فلنجات



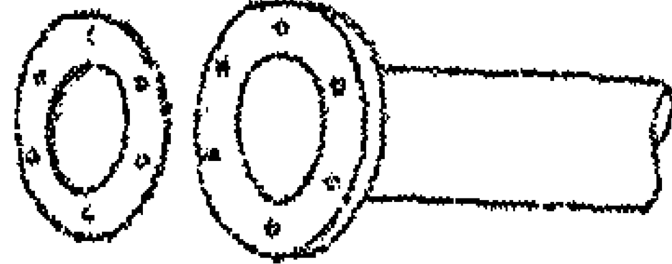
نظف سطح شفة الماسورة والصمام.

ادهن حلقة مانع التسرب بطبقة رقيقة من الزيت، كما في الشكل (٣).



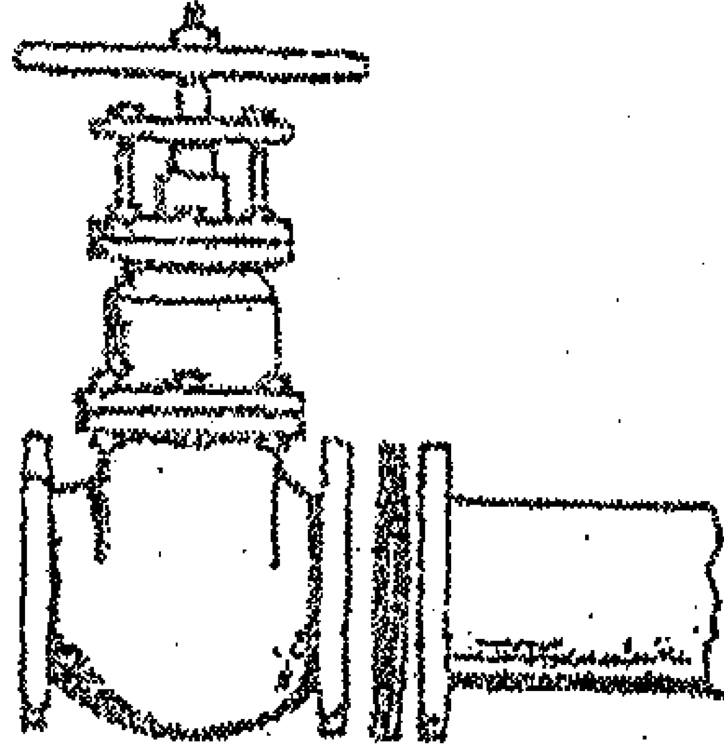
الشكل (٣).

ثبت حلقة مانع التسرب على سطح شفة الماسورة، بحيث تتطابق مع سطح الشفة وكذلك فتحات الثقوب، كما في الشكل (٤).



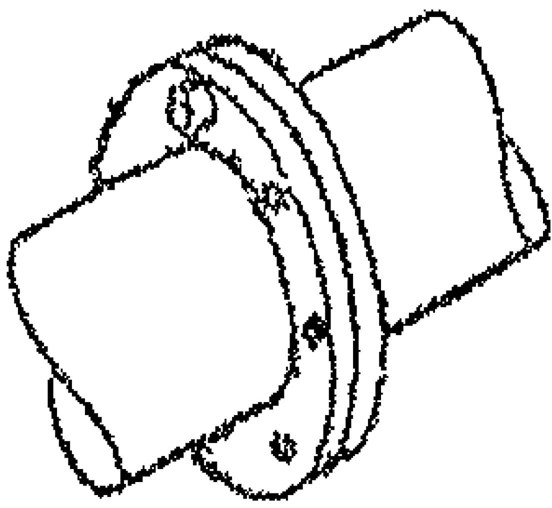
الشكل (٤).

ضع شفة الصمام على شفة الماسورة ومانع التسرب، بحيث تتطابق شفة الماسورة مع شفة الصمام وكذلك فتحات الثقوب، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥).

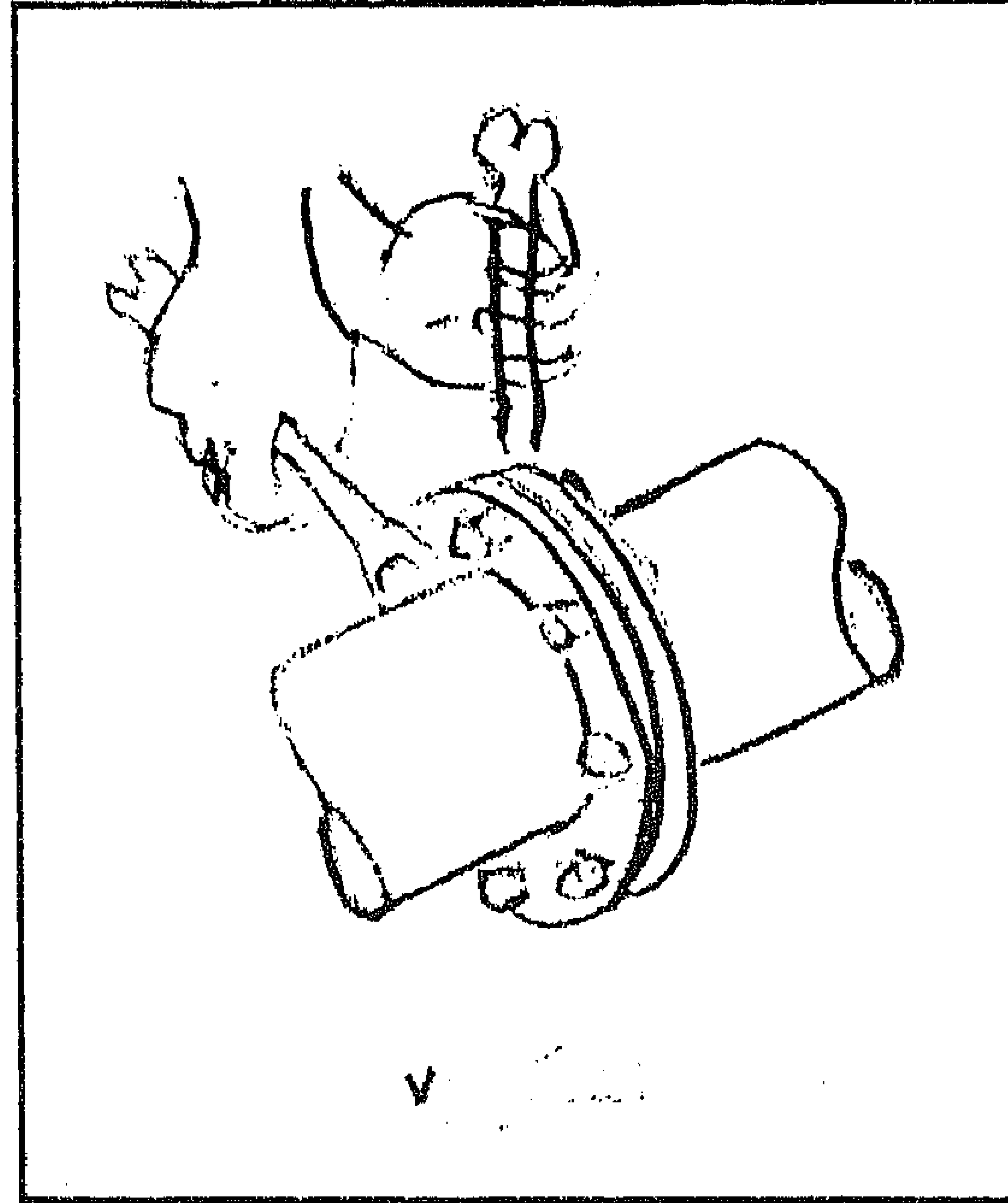
اربط البرغي العلوي لتثبيت الصمام وحلقة مانع التسرب مع الماسورة، ومن ثم بقية البراغي، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦).

شد بقية البراغي بواسطة مفتاحي شق كما في الشكل (7).

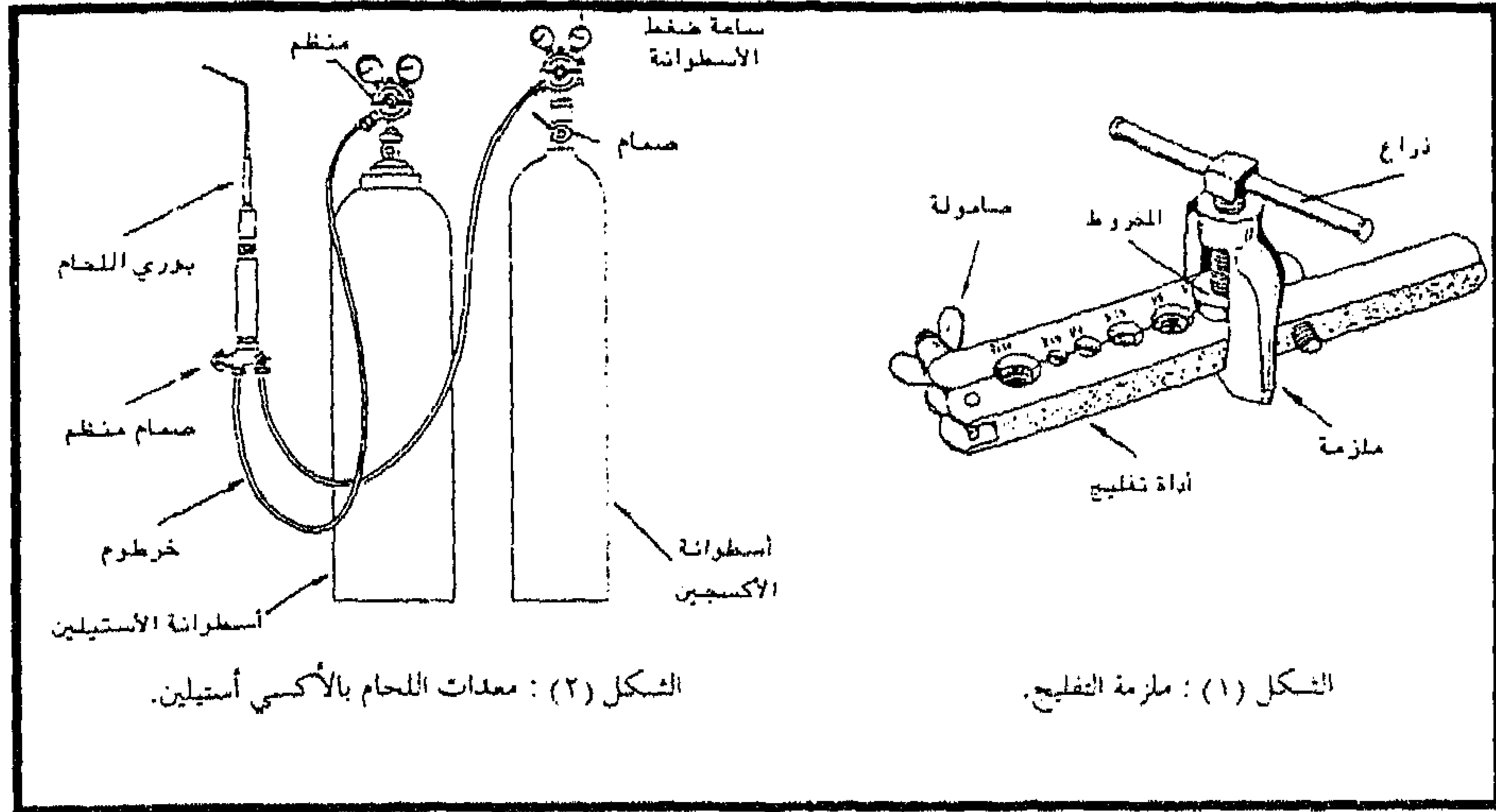
كرر الخطوات السابقة لوصل الصمام بالقطع الأخرى.



التمرين الثالث:

قص الأنابيب النحاسية ووصلها باستخدام قطع الوصل المسننة ولحام الاكسي استلين:

لوصل الأنابيب النحاسية بقطع الوصل المسننة يجب تفليج أطرافها وتستخدم ملزمة خاصة لعملية التفليج كما في الشكل ويتم وصل الأنبوب ذي الطرف المفلج بقطعة الوصل المسننة بواسطة صمولة تفليج كما في خطوات هذا التمرين كما يمكن وصل الأنابيب النحاسية باستخدام لحام الاكسي استيلين اذ يتم تسخين أطراف الأنابيب المراد لحامها الى درجة الاحمرار ومن ثم يصهر عليها سبيكة اللحام بحيث تحصل على وصلة أنابيب تتحمل ضغوطا عالية تتكون محطة لحام الاكسي استيلين من الأجزاء المبينة في الشكل (2).



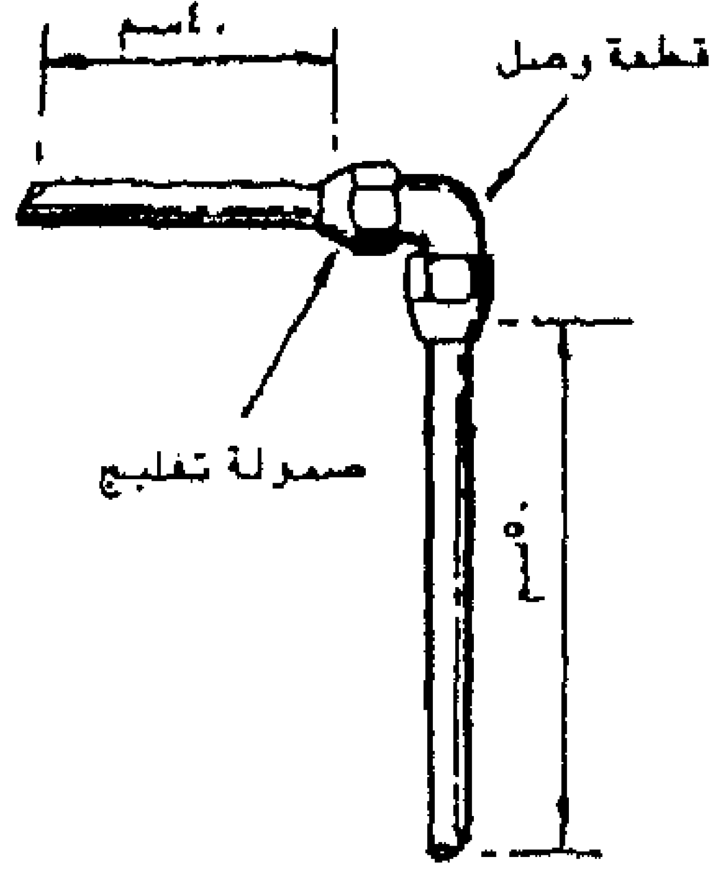
الشكل (١) : ملزمة التفليج.

الشكل (٢) : معدات اللحام بالأكسي أستيلين.

الرسم التوضيحي

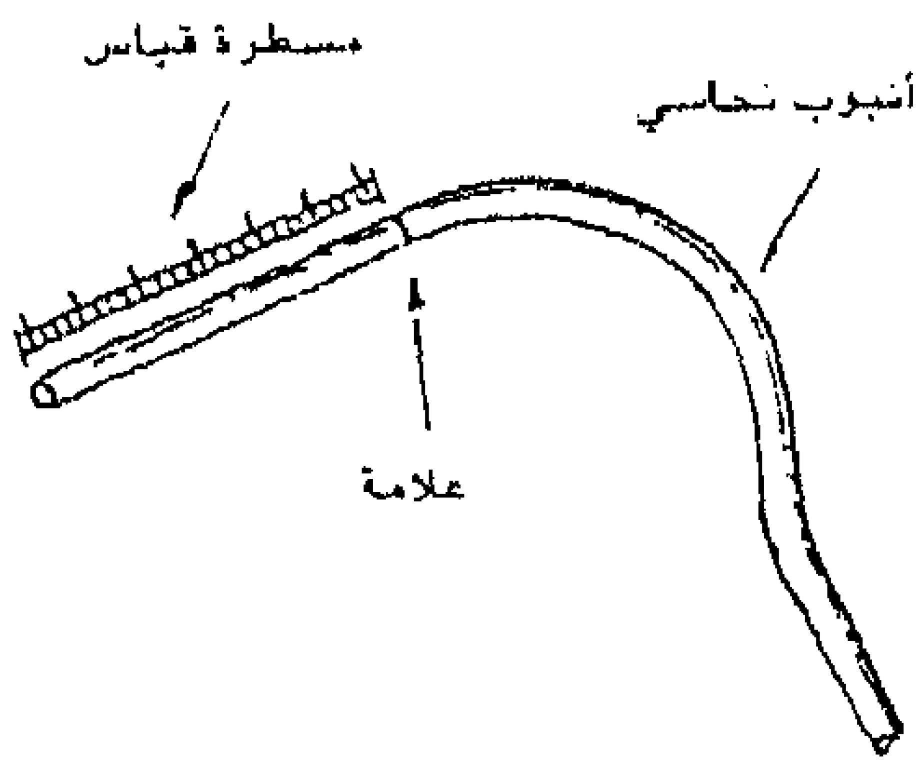
أولاً : قصُ الأنابيب النحاسية ووصلها باستخدام قطع الوصل المسننة :

اقرأ المخطط التنفيذي المبين في الشكل (٣).



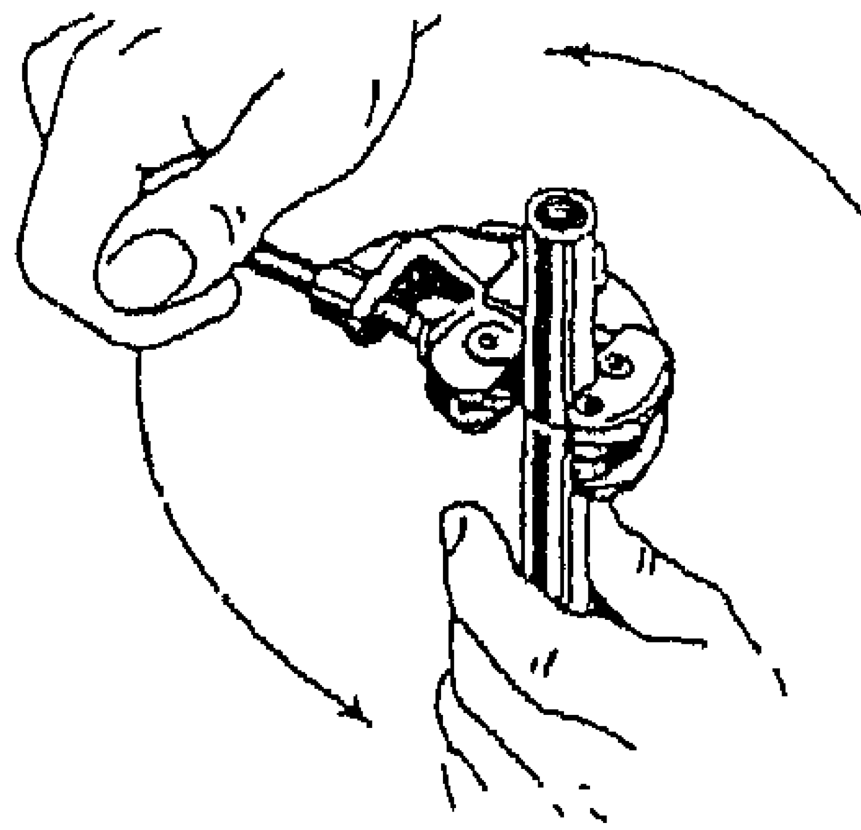
الشكل (٣).

حدّد الأطوال المراد قصُّها من الأنبوب وعلمّها ، كما في الشكل (٤).



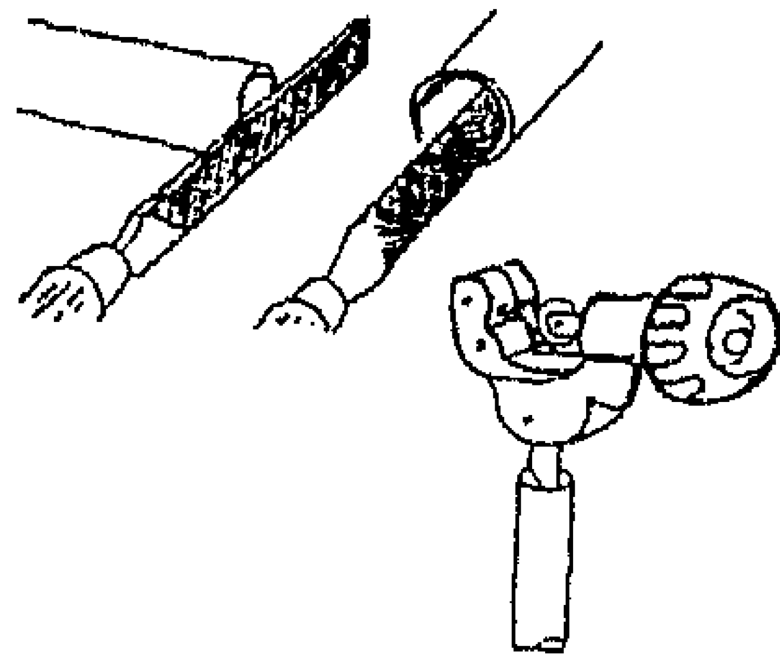
الشكل (٤).

افتح المقص فتحة تناسب قطر الأنبوب، وضع شفرة القص على العلام، ثم لفّ مقبض المقص حتى تنطبق عجلات المقص وشفرته على الأنبوب، وابدأ بلفّ المقص حول الأنبوب مع الاستمرار بلفّ مقبض المقص حتى تتم عملية القص، كما في الشكل (٥).



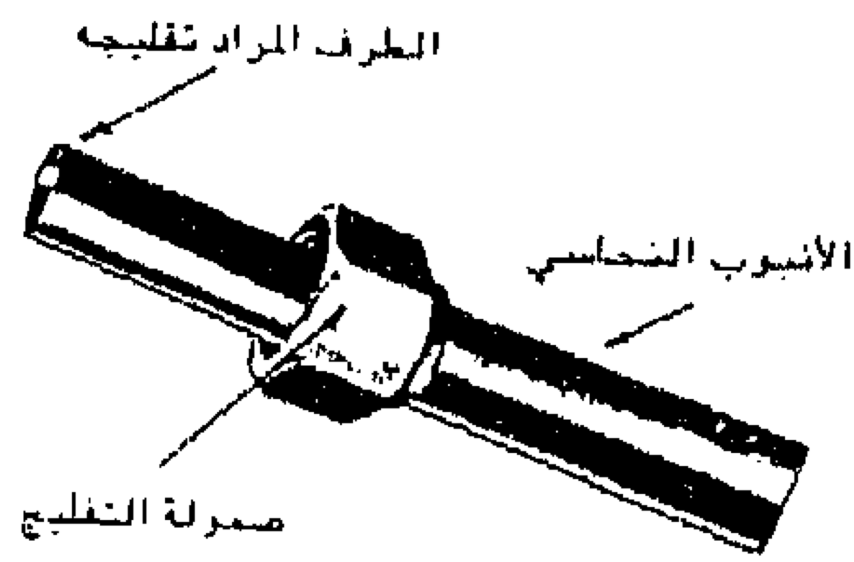
كرر الخطوة السابقة لقص الأنبوب الآخر.

نظف مقاطع الأنبوبين من الطرفين بواسطة أداة تكملة القطع أو بالمبرد للتخلص من الزوائد الناتجة من عملية القص، كما في الشكل (٦).



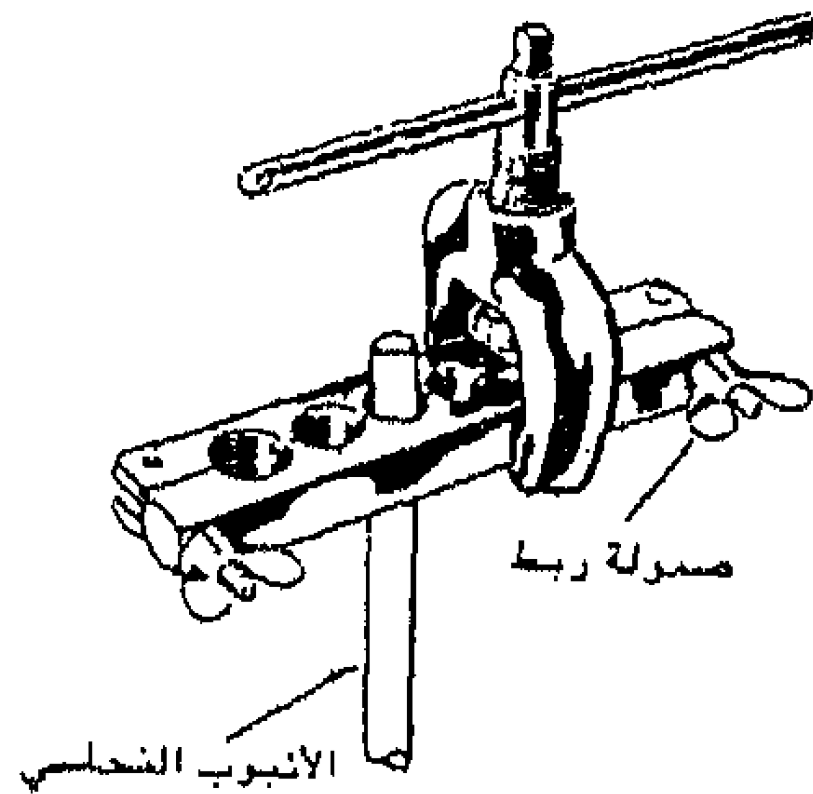
الشكل (٦).

ضع الأنبوب في صمولة الربط، كما في الشكل (٧).



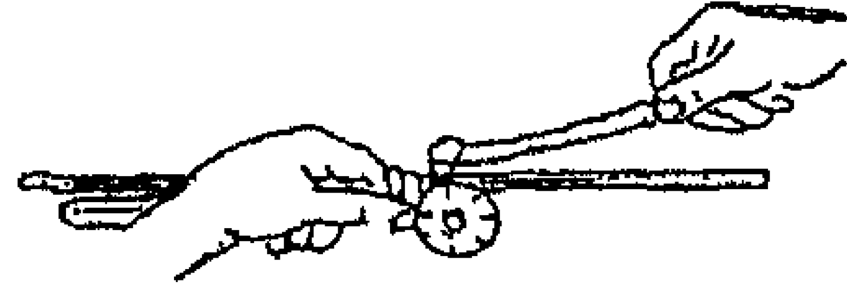
الشكل (٧).

ثبت طرف الأنبوب في ملزمة التفليج، وأخرجه مسافة تساوي ($\frac{١}{٣}$) ارتفاع مخروط الملزمة، ثم شد صواميل الملزمة بإحكام، كما في الشكل (٨).



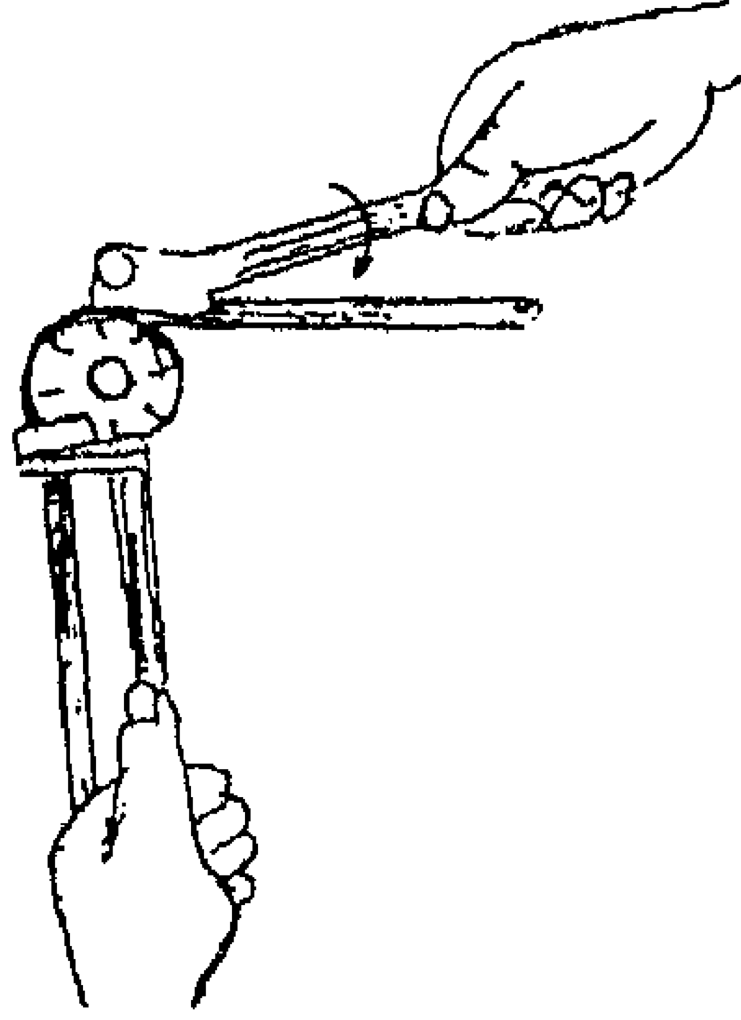
الشكل (٨).

ركب الثناية على الأنبوب عند المنتصف، وركب عليه لاقط الثناية، كما في الشكل (٣).



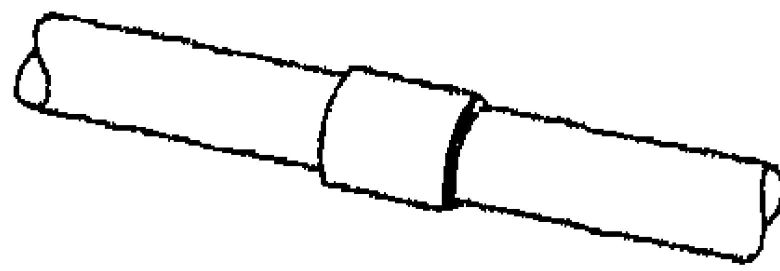
الشكل (٣).

قم بتدوير عتلة الثناية (٩٠°)، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤).

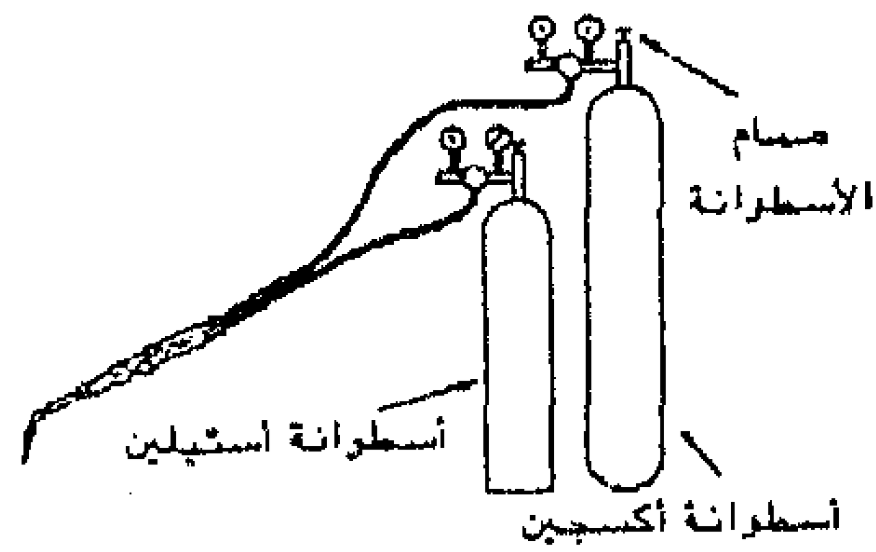
أدخل طرف الأنبوب الآخر في طرف الأنبوب الذي تم توسيعه، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥).

قم بعملية اللحام باتباع الآتي:

أ - افتح صمامي كل من أسطوانتي الأكسجين والأستلين، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦).

الرسم التوضيحي

ب ـ اضبط أولاً ضغط الأستلين وأشعل فوهة المشعل، ثم اضبط بعد ذلك ضغط الأكسجين (لماذا؟) إلى أن تحصل على لهب متعادل ، كما في الشكل (٧).

جـ ـ سخّن موضع اتصال الأنبوبين، وذلك بتسليط اللهب بشكل دائري ومنتظم إلى أن يأخذ مساعد اللحام (Flux) بالتوهج.

صمام الاستيلين
صمام الاوكسجين
فوهة المشعل

الشكل (٧).

د ـ ضع طرف سلك اللحام على موضع اتصال الأنبوبين، مع تسليط اللهب، إلى أن يأخذ سلك اللحام بالانصهار وملء الفجوات، كما في الشكل (٨).

سؤال : علام تعتمد جودة اللحام الناتج .

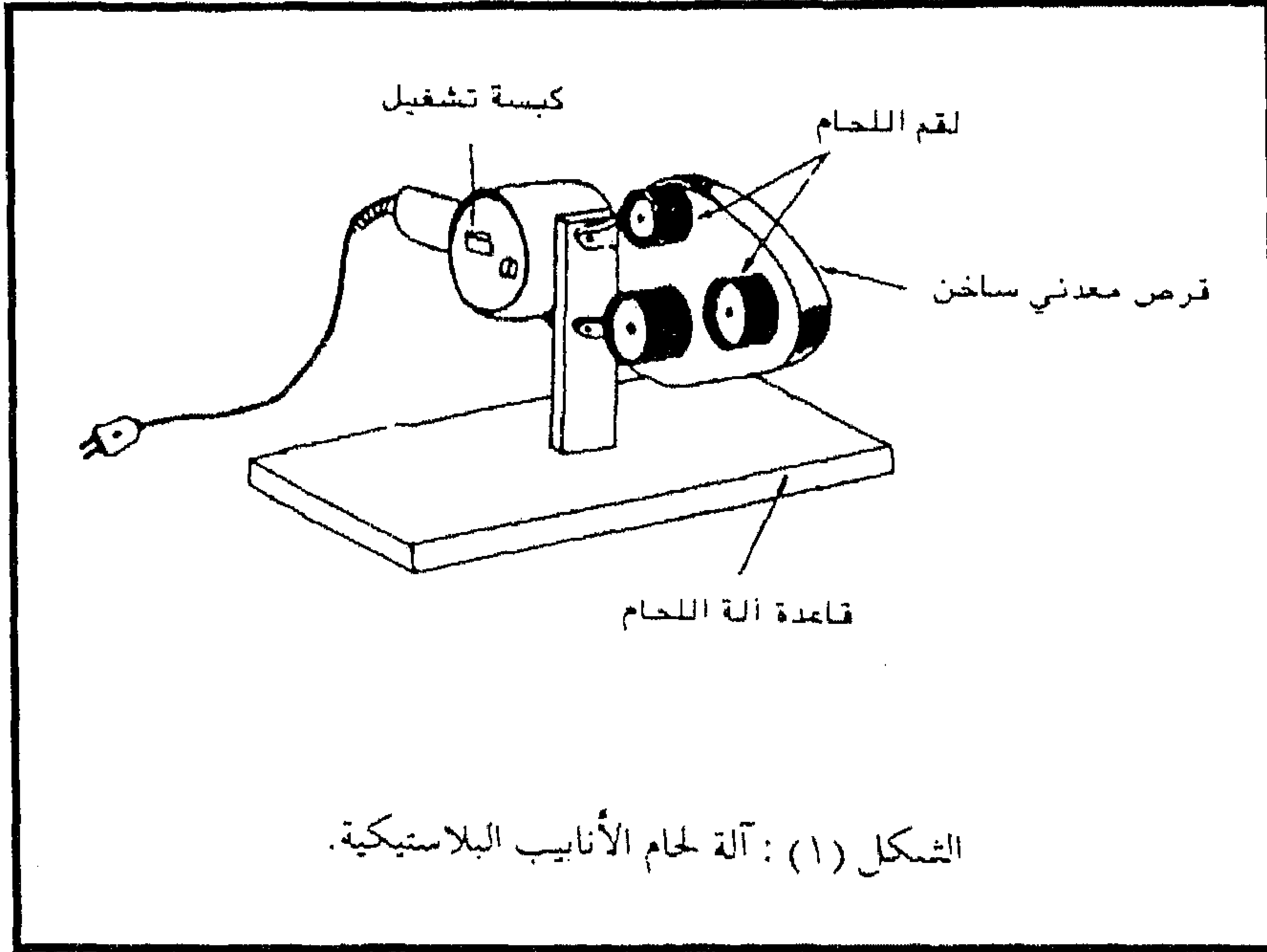
سلك اللحام
بوري اللحام
أنبوب النحاس

الشكل (٨).

قص الأنابيب البلاستيكية الحرارية ووصلها باستخدام قطع الوصل البلاستيكية والنحاسية.

تستخدم الأنابيب البلاستيكية الحرارية في أعمال التدفئة المركزية وتمديدات المياه بدلا من الأنابيب المعدنية التقليدية التي تعاني بالعادة من مشاكل كثيرة كالصدأ والتآكل وغيرها. وتمتاز الأنابيب البلاستيكية الحرارية بتحملها الضغوط العالية ودرجات الحرارة المرتفعة، بالإضافة الى مقاومتها للصدأ والتآكل وجودة عازليتها الحرارية، ويتم وصل الأنابيب البلاستيكية ولوازمها باستخدام آلة

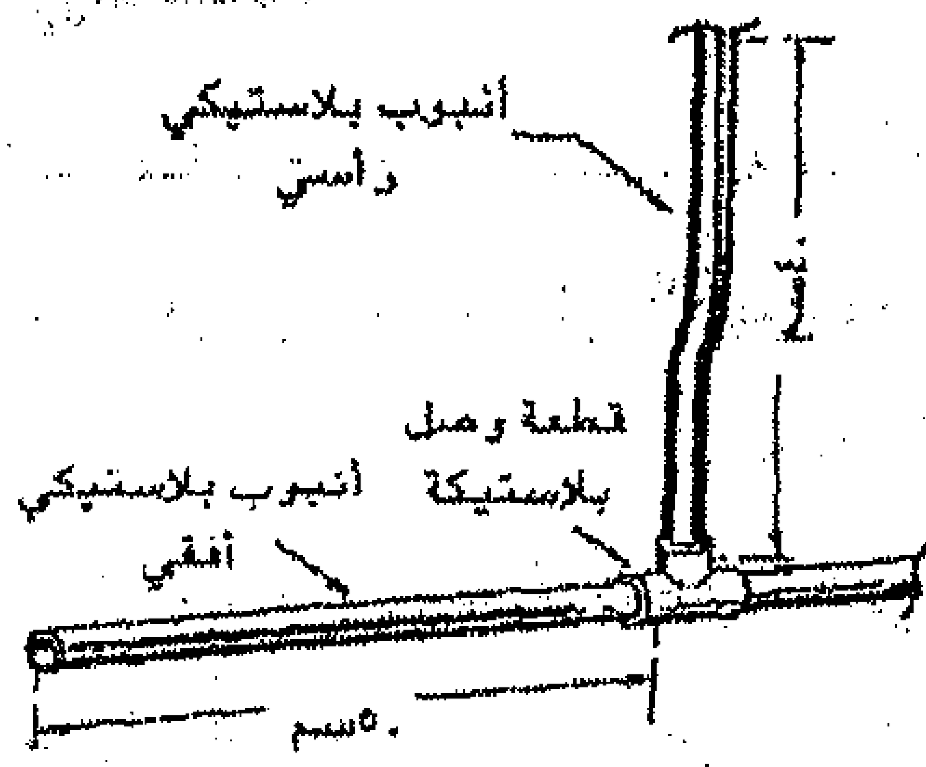
لحام خاصة لهذا الغرض كالمبينة في الشكل، وعلى درجة حرارة تصل (250°) كما يمكن وصل هذة الأنابيب بقطع وصل نحاسية من اجل وصلها مباشرة في نهايات التمديدات بمشع حراري او حنفية على سبيل المثال.



الشكل (١) : آلة لحام الأنابيب البلاستيكية.

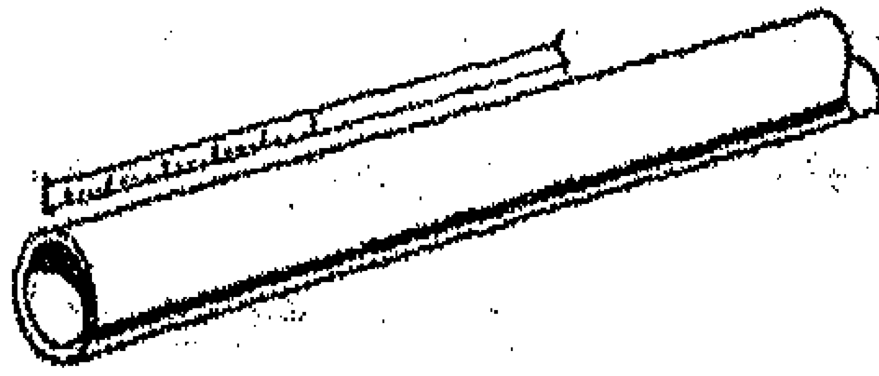
أولاً : قصّ الأنابيب البلاستيكية الحرارية ووصلها باستخدام قطع الوصل البلاستيكية عن طريق التسخين بآلة اللحام.

اقرأ المخطط التنفيذي المبين في الشكل (١).



الشكل (١).

حدّد الطول المراد قصهُ وعلّمه على الأنبوب، كما في الشكل (٢).



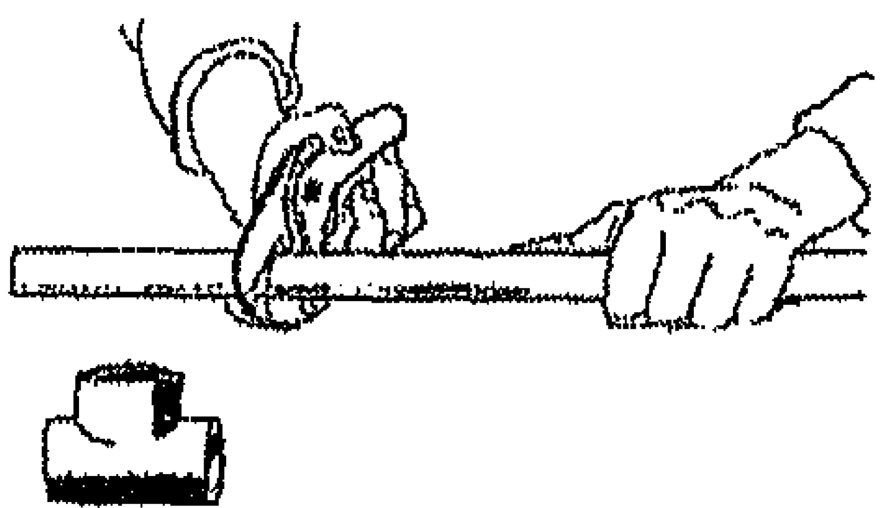
الشكل (٢).

استخدم مقص الأنابيب البلاستيكية المبين في الشكل (٣).

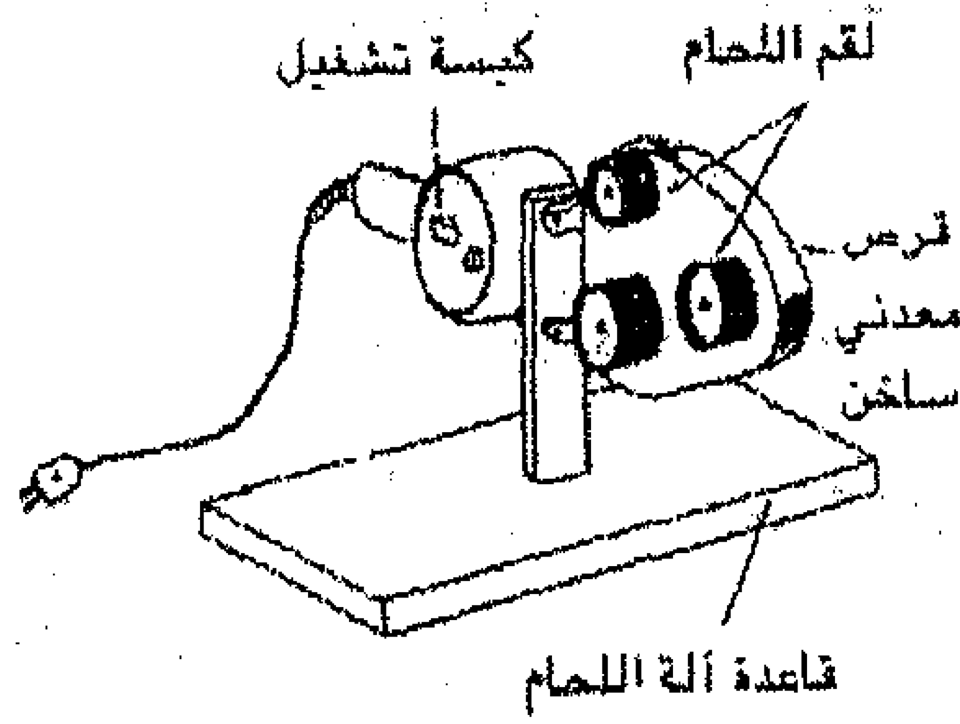


الشكل (٣).

افتح المقص وضع شفرة القص على العلام، ثم اضغط ذراع المقص حتى تتم عملية القص، كما في الشكل (٤).

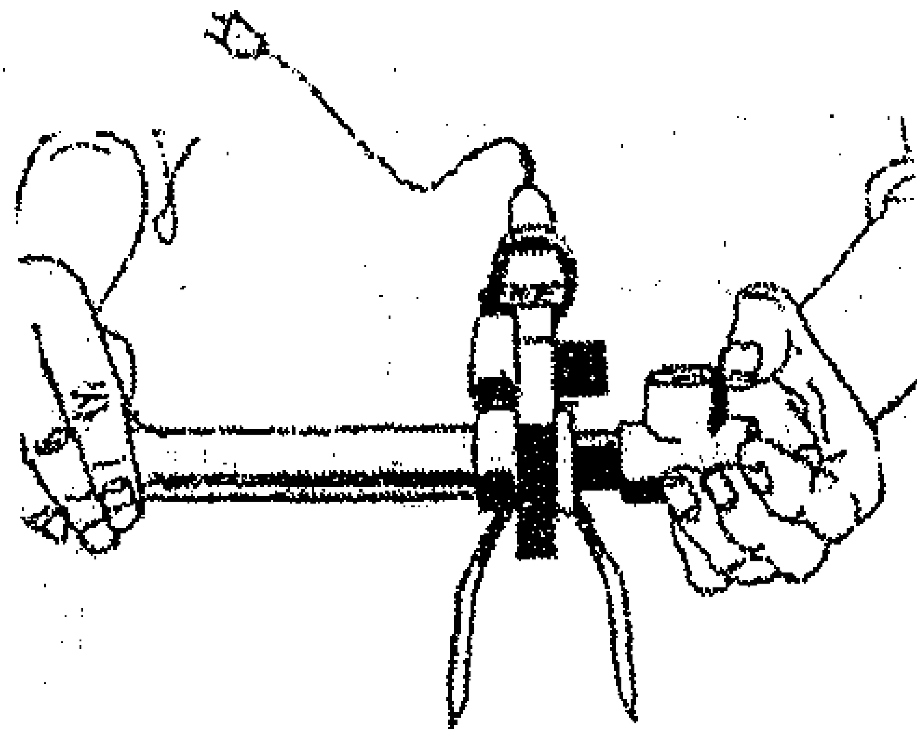


ركّب لقم اللحام ذات الحجم الملائم لقطر الأنبوب وقطعة الوصل البلاستيكية على جانبي قرص التسخين المعدني لآلة اللحام، ثم شغّل آلة اللحام وانتظر حتى تصل درجة حرارة القرص إلى (٢٥٠)°س (يُستدل على ذلك باختفاء ضوء اللمبة الموجودة على الآلة)، كما في الشكل (٥).



الشكل (٥).

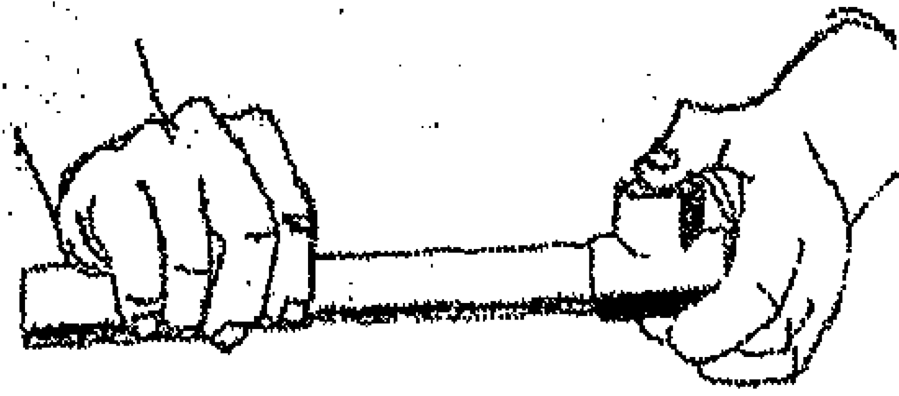
سخّن السطح الخارجي لطرف الأنبوب البلاستيكي، والسطح الداخلي لطرف قطعة الوصل البلاستيكية؛ وذلك بإدخال الطرفين في آن واحد في لقمتي التسخين، مع الضغط التدريجي. وانتظر مدة خمس ثوانٍ، كما في الشكل (٦).



الشكل (٦).

اخرج الأنبوب وقطعة الوصل من لُقمتي التسخين، وبسرعة أدخل طرف الأنبوب في قطعة الوصل مع الضغط الخفيف. وتحقّق من أنّ الأنبوب وقطعة الوصل على استقامة واحدة، كما في الشكل (٧).

كرر الخطوات السابقة نفسها لاستكمال تنفيذ المخطط المبين في الشكل (١).

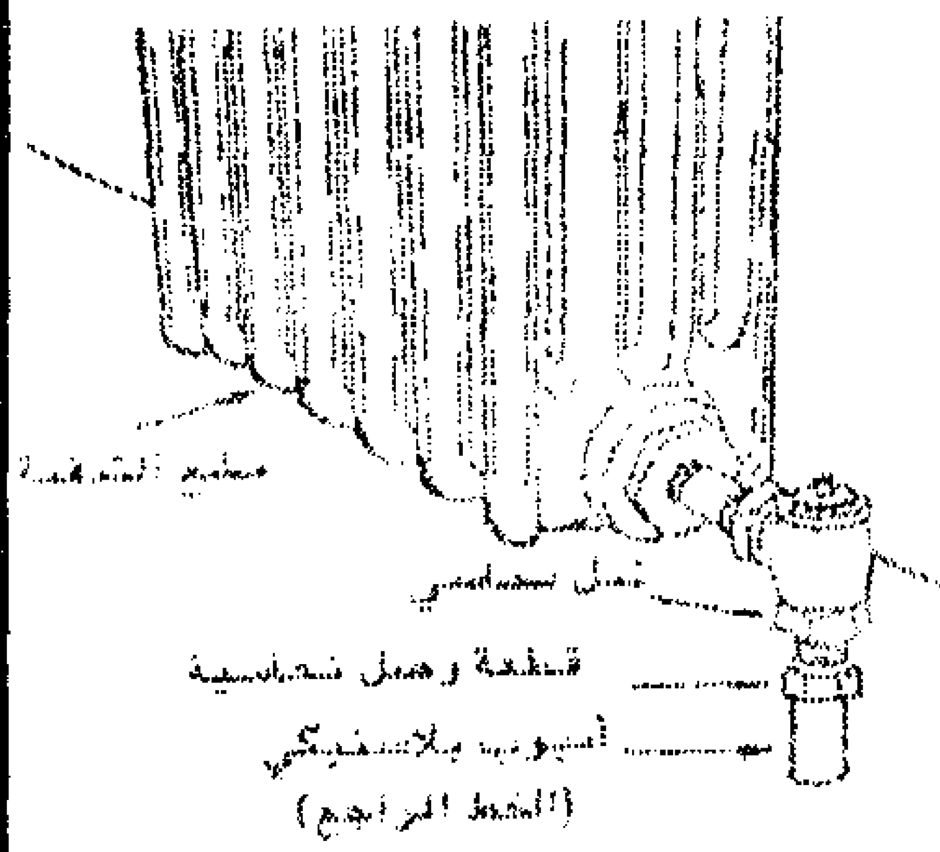


الشكل (٧).

ثانياً : قصّ الأنابيب البلاستيكية الحرارية ووصلها باستخدام قطع وصل نحاسية. (وصل مشع التدفئة بالخط الراجع) في نظام التدفئة المركزية

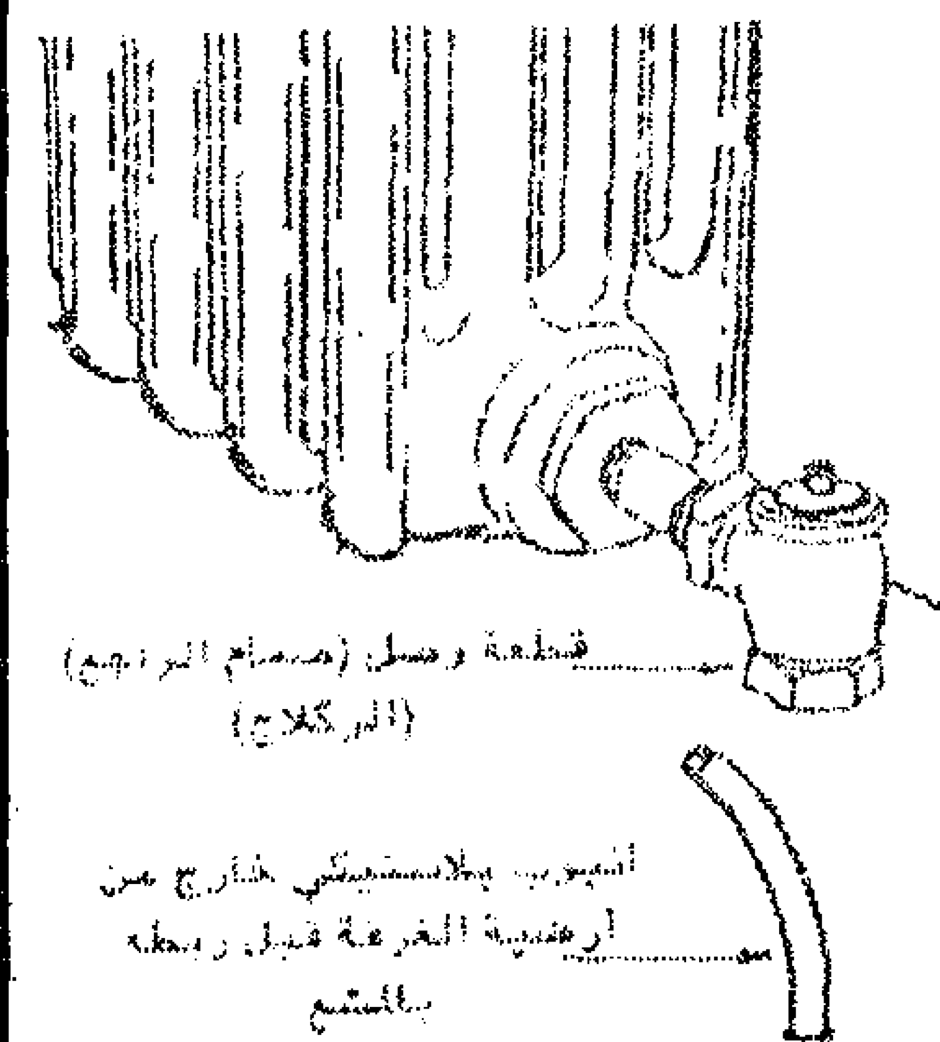
اقرأ المخطط التنفيذي المبين في الشكل (١).

ركّب النبل النحاسي على مخرج المشع كما في الشكل (١).



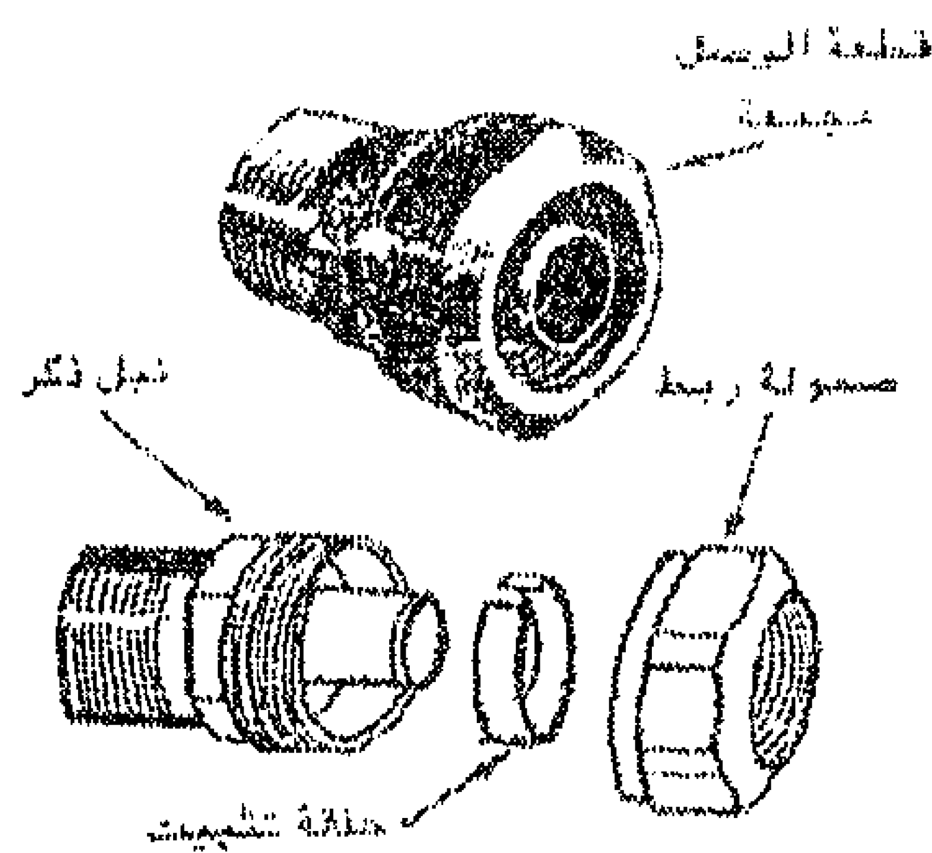
الشكل (١).

قص طرف الأنبوب البلاستيكي (الخط الراجع) والخارج من أرضية الغرفة باستخدام مقص الأنابيب البلاستيكية، بعد أن تحدد ارتفاعه المناسب، وذلك تمهيداً لربطه بقطعة وصل مشع التدفئة، كما في الشكل (٢).



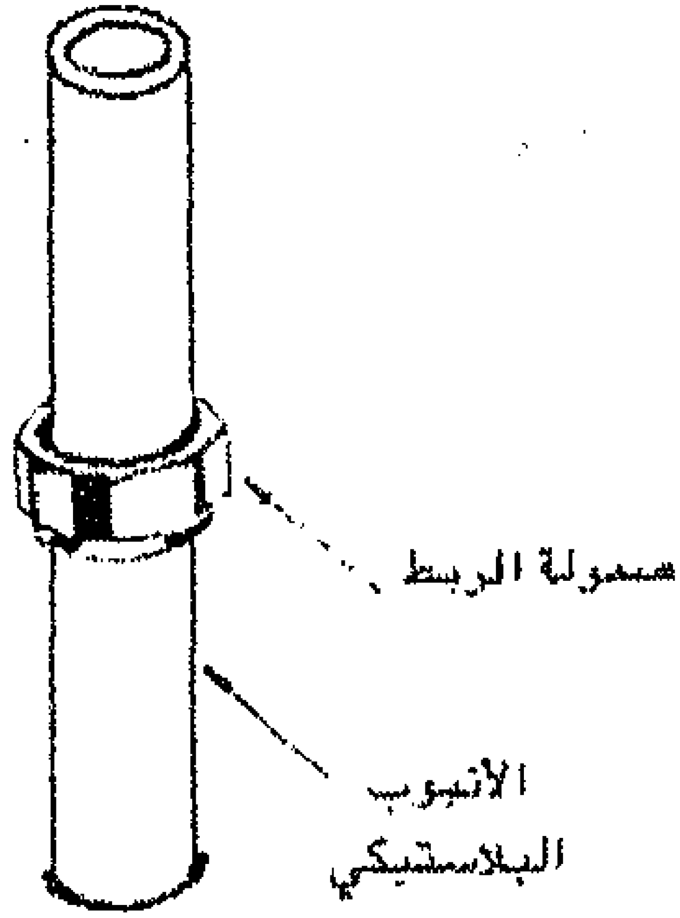
الشكل (٢).

فك قطعة الوصل النحاسية المراد وصلها بطرف الأنبوب البلاستيكي، والمكونة من القطع الثلاثة المبينة في الشكل (٣).



الشكل (٣).

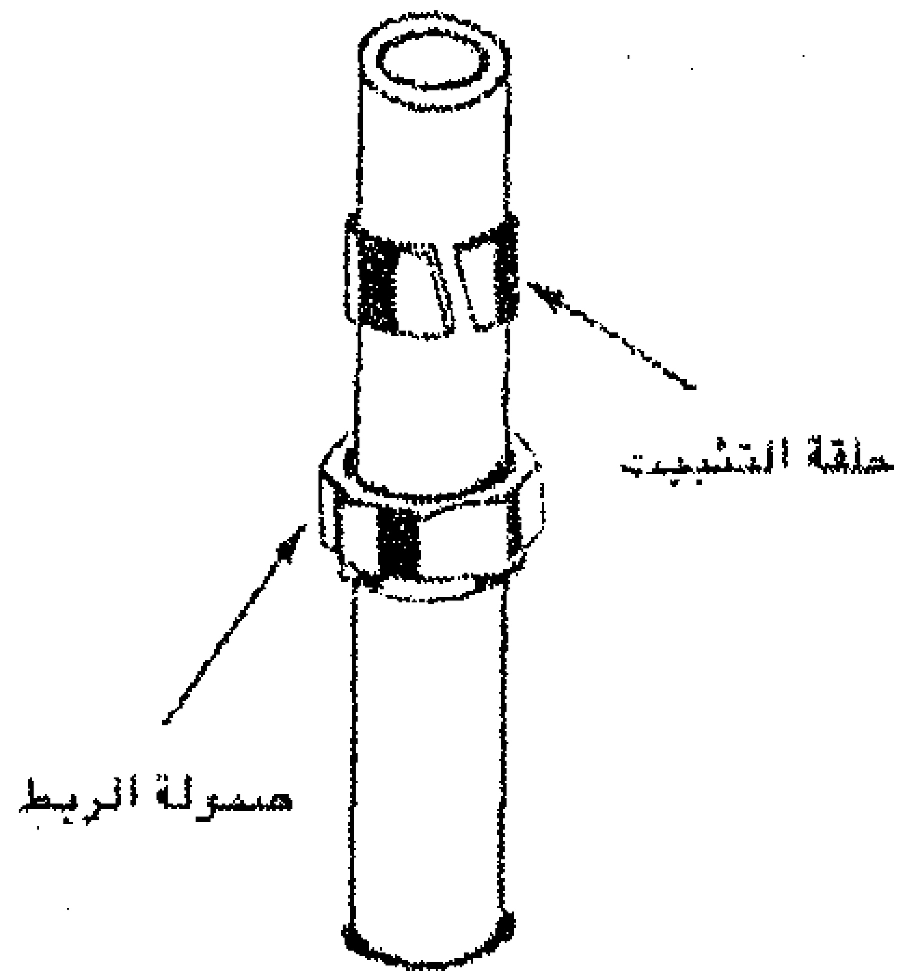
أدخل صمولة الربط في الأنبوب، كما في الشكل (٤).



الشكل (٤).

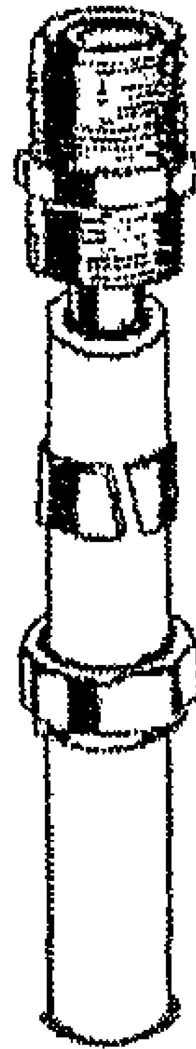
أدخل حلقة التثبيت في الأنبوب، كما في الشكل (٥).

سؤال: ما فائدة حلقة التثبيت ؟



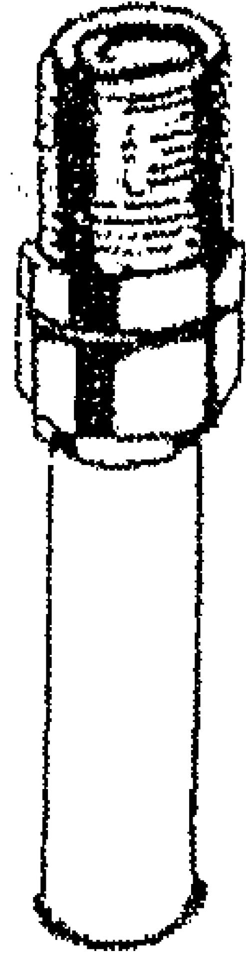
الشكل (٥).

أدخل طرف قطعة (النبل / الذكر) في طرف الأنبوب من الداخل، كما في الشكل (٦).



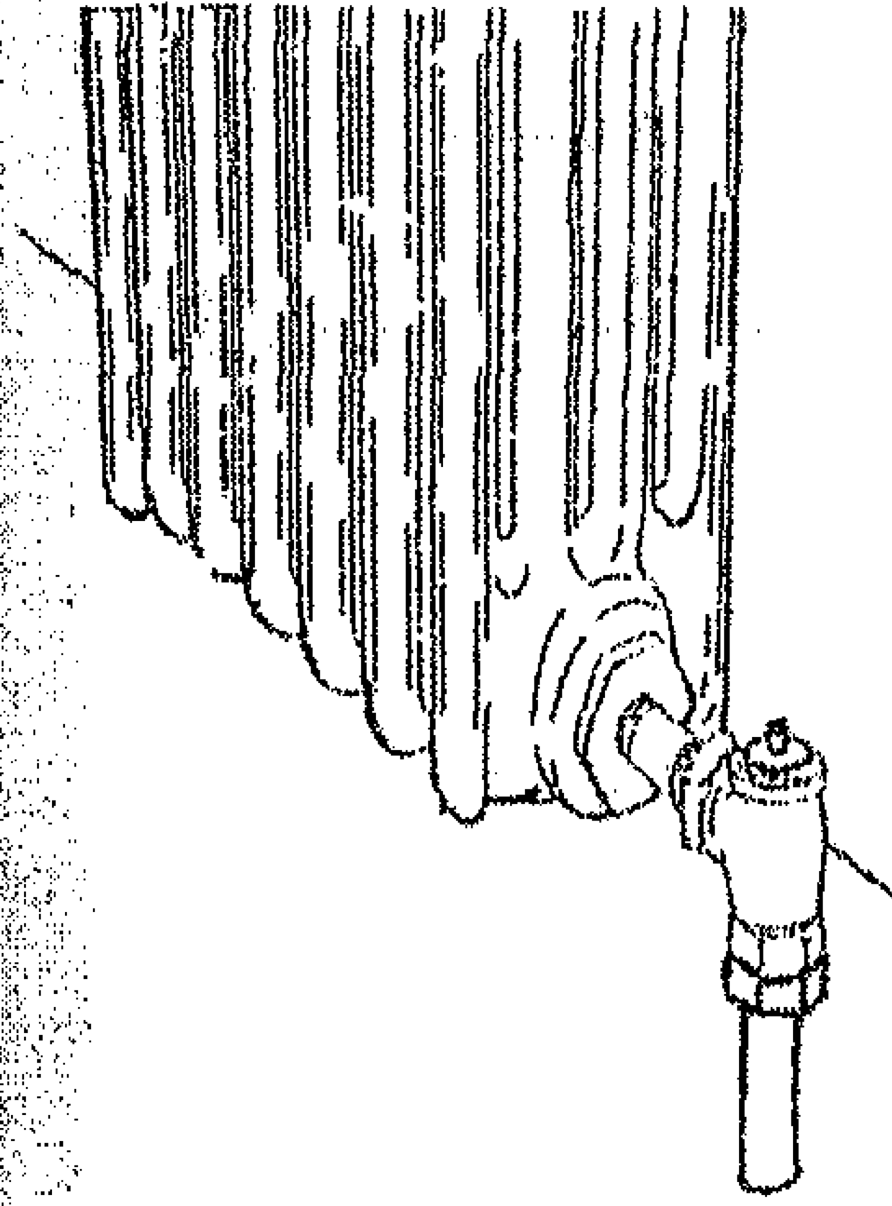
الشكل (٦).

لف صمولـة الربط حـول الجزء المسـنن من قطعة النبل وشدها بإحكام، كما في الشكل (٧).



الشكل (٧).

ركّب الطرف المسـنن للنبل الذكر في صمولـة صمـام الراجـع (الركلاج) للمشـع كمـا في شكل (٨).



الشكل (٨).

نظام التدفئة بالمياه الساخنة

HOT WATER HEATING SYSTEM

الماء هو الوسيط الذي يقوم بنقل الحرارة من المرجل إلي المشعات، و يعتبر من أكثر الانظمه انتشارا و ذلك للعوامل التالية:

1. سهولة التحكم في درجات الحرارة الداخلية و أمكانية التحكم بدرجات حرارة و سيط التسخين.
2. إمكانية الحصول علي ظروف صحية داخل الغرف أكثر من غيرة من الأنظمة الأخرى مثل الهواء.
3. قلة تكاليف الإنشاء مقارنة بأنظمة البخار التي تحتاج إلى ضوابط أخرى.

انظمة التدفئة:

1. النظام المفتوح:

يكون موصول بخزان تمدد مفتوح يوصل الشبكة بالضغط الخارج ولا يزيد درجة حرارة الماء في هذا النظام عن 95مْ ولا يزيد الضغط عن الضغط الجوي الاعتيادي.

2. النظام المغلق:

يكون موصول بخزان تمدد مغلق ولا يتصل بالضغط الجوي الاعتيادي الخارجي وتتراوح درجة حرارة الماء لهذا النظام بين 100 – 180مْ والضغط داخل الشبكة بين 1 – 20 ضغط جوي.

يعتمد اختيار أي من النظامين علي عدة عوامل:

1. الغاية التي يتم من اجلها تصميم الشبكات / في المناطق الصناعية بحيث تشترك الشبكة في التدفئة وفي الغايات الصناعية.
2. المسافة التي يتم نقل وسيط التسخين إليها / يعد النظام المفتوح من أفضل الأنظمة من حيث الجدوى الاقتصادية لتدفئة المساكن و المجمعات السكنية لأتزيد عن 500 م. أما إذا زادت المسافة عن آل 500 م فان النظام المغلق يعد أكثر فعالية من المفتوح.

نظام التدفئة المفتوح:

(نظام التدفئة بواسطة المياة ذات درجة الحرارة والضغط المنخفضين)

يقسم هذا النظام تبعا لطريقة انتقال وسيط التسخين إلى:

1. نظام (الدوران الطبيعي).
2. نظام (الدوران ألقسري) بواسطة المضخات.

الدوران الطبيعي:

يتم دوران الماء في الشبكة بواسطة الضغط الناتج عن فرق الوزن بين عمودي الماء الصاعد و الراجع من غرفة المرجل.

يستعمل هذا النظام لتدفئة المنازل ذات جهاز التدفئة المنفصل أو لتدفئة الطوابق العلوية من المنازل ذات الارتفاع الشاهق نظرا لزيادة ضغط الجاذبية في ألاماكن العلوية. يتم دوران الماء في الشبكة بوساطة الضغط الناتج عن فرق الوزن بين عمودي الماء الصاعد والراجع من غرفة المرجل.. وهو نظام غير مستعمل نتيجة التطور الهائل في صناعة المضخات, كما وأنة يستلزم استعمال أنابيب ذات أقطار كبيرة لتقليل الاحتكاك في الشبكة.

واهم المميزات الرئيسة لهذا النظام:

1. سهولة التأكيد من عمل الجهاز.
2. قلة تكاليف الإنشاء.
3. أمكانية التحكم في كمية الإشعاع الحراري للمشعات الحرارية.

الدوران بواسطة المضخات:

يعد هذا النظام من أكثر الأنظمة انتشارا على الرغم من ألارتفاع النسبي في تكاليف تشغيلة ارتفاعا ناجحا عن المضخات 0 وهو يختلف عن نظام التدفئة بوساطة الجاذبية من حيث الكلفة في الإنشاء إذ أن الزيادة عن استعمال المضخات تعادل الزيادة الناتجة عن استعمال أنابيب ذات أقطار اكبر في نظام التدفئة بالجاذبية.

أهم مميزات استعمال المضخات:

- أمكانية استعمال المضخات.
- التحكم في تمديد شبكة التدفئة بالشكل الذي يتناسب مع طبيعة البناء.
- استعمال أنابيب أقطار اصغر مما هو في نظام التدفئة بوساطة الجاذبية يودي الى تقليل كمية الطمم اللازم.مما يسهل عملية تمديد شبكات التدفئة في الطوابق المتكررة.
- امكاتية الحصول على تدفئه بسرعة اكبر مما هو في نظام التدفئة بالجاذبية.
- أمكانية استعمال جهاز تدفئه واحد لعدة مبان مهما بلغت المسافة بينهما.

نظام التدفئة المغلق (ذي الضغط المرتفع و درجة الحرارة المرتفعة)

يختلف نظام التدفئة بالمياه الساخنة شديد الحرارة عن النظام المفتوح بزيادة درجة حرارة وشيط عن 100 درجة مئوية إذ تصل الى 150 درجة مئوية وبذلك يصل الضغط أحيانا الى خمس ضغوط لضمان عدم تبخر الماء.

يستعمل هذا النظام في تدفئة المجمعات السكنية والمباني وفي تزويد المناطق الصناعية بالماء الساخن اللازم للصناعات ولا يستعمل في تدفئة المنازل لان ارتفاع الضغط يتطلب استعمال أنواع خاصة من المدافى.

- أجزاء نظام التدفئة بالماء الساخن:

المراجل:

المرجل: هو الجهاز الذي يتم فية احتراق الوقود ونقل الحرارة الناتجة عن الاحتراق إلى وسيط التسخين (الماء).

وتقسم المراجل تبعا لمقدار لضغط داخلها إلى:

- مراجل الضغط العالي: (High-pressure Boilers):

هي المراجل التي تعمل على ضغط لا يقل عن خمس ضغوط جوية، وتستعمل لتسخين المياة للتدفئة المركزية الى درجة حرارة تتراوح بين 100 – 180 درجة مئوية وصنع هذا النوع من الفولاذ لان حديد السكب لا يتحمل بطبيعة.

- مراجل الضغط المنخفض:(Low- pressure Boilers)

هي المراجل التي تعمل تحت ضغط جوي اعتيادي ولا تزيد درجة حرارة وسيط التسخين فيها عن 100درجة مئوية. وتصنع من السكب وذلك لرخص تكاليف إنتاجها ومقاومتها للتلف وعسر الماء وتقسم تبعا لنوع المواد المستعملة في إنتاجها إلى:

1. مراجل السكب (حديد الصب الزهر).
2. مراجل فولاذية.

مراجل السكب:

هي الأكثر انتشارا في أنظمة التدفئة ذات الضغط المنخفض ودرجة الحرارة المنخفضة، نظرا للجدوى الاقتصادية لهذة المراجل. فهي تستطيع آن تعمل ما يزيد عن عشرين عاما بينما لأتزيد فترة عمل المراجل الفولاذية عن عشر سنوات وذلك لاحتواء حديد الصب على نسبة عالية من الكربون وهذا بدورة يمنع الأكسدة والصدأ.

والميزة الرئيسة هذا النوع من المراجل هي كونة من أجزاء منفردة كل منها مجرى خاص للمياه وأخر للغازات المحترقة. وتشكل هذة الأجزاء بعد وصلها ببعض ووصل الجزء الأمامي والخلفي منها مرجلا ذا أسطح حرارية يمكن زيادتها وتقصانها إلى الحد المطلوب.

وتخرج الغارات الناتجة عن الاحتراق في المراجل الصغيرة مباشرة بعد عملية الاحتراق إلى المدخنة الصاج، ومنها إلى مدخنة الطوب الحراري. لذا فان قسما من الحرارة يفقد مع هزة الغازات. وللاستفادة من درجة الحرارة العالية لهذا الغازات تمرر داخل ممرات متعددة ملامسة لسطح التسخين بحيث تفقد كمية الحرارة الموجودة فيها وبذلك ترتفع كفاءة المرجل.

وتمتاز مراجل السكب الصغيرة بقلة تكاليف إنتاجها إذ آن تكاليف المواد الداخلة في صناعة هذة المراجل قليلة جدا ماذا قورنت بالمراجل الفولاذية.

والمساوئ الرئيسة لهذا النوع من المراجل هو عدم تحملة للضغط العالي ودرجة الحرارة العالية إذ آن الماد الرئيسة الداخلة في صناعة غير قابلة للتمدد والانحناء.

المراجل الفولاذية:

تقسم المراجل حسب طريقة تركيبها إلى:

1. مراجل فولاذية ذات مقاطع تشبة في تركيبها مراجل السكب وتستعمل كمراجل بخار ذي ضغط عال فقط.
2. مراجل فولاذية مكونة من قطعة واحدة ذات أنابيب ويختلف تصميم هذا النوع تبعا لطريقة خروج الغازات ودورة التسخين. حيث يكون الماء حول الأنابيب والغازات داخلها او الغازات خارج الأنابيب والماء داخل الأنابيب.

أسباب تلف المراجل:

1. **الكسر:** تتعرض مراجل السكب للكسر في الحالات التالية:

- عند تشغيل المرجل دون تشغيل المضخات.
- عند تشغيل المرجل مع عدم وجود وسيط فية ترتفع درجة حرارة المقاطع وتنكسر.
- عند تشغيل المرجل عند درجة حرارة أعلى من المقرر.
- عند تركيب أجزاء جديدة تختلف بمعامل التمدد عن الأجزاء القديمة.

2. **الكلس:**

أن المواد الكلسية الموجودة في الماء تكون بصورة أملاح الكالسيوم و أملاح المغنيسيوم تترسب هذة الأملاح عند التسخين على سطح التسخين وجوانبة مكونة ما يسمى بحجر المراجل. ويختلف معامل التوصيل الحراري للحجر عن معامل التوصيل الحراري للحديد فان وجود مادتين يختلف معامل التمدد الحراري بينهما يعرض المرجل للكسر، وبذلك فان كفاءة المرجل تتناقص بزيادة سمك طبقة الكلس وزيادة استهلاك الوقود.

3. **الصدأ و التآكل:**

وهي تفاعل الحديد مع الماء مكونا اكاسيد مختلفة تتساقط عن سطح الحديد.

4. **التسخين الشديد للمساحة الحرارية للمرجل:**

عند تحميل سطح التسخين الى طاقة حرارية أكثر من تحمل سطح التسخين يودي ذلك إلى تغير في خواص المواد الداخلة في تركيب المراجل وعدم مقدرتها على مقاومة ظروف العمل ويتعرض المرجل بذلك للكسر.

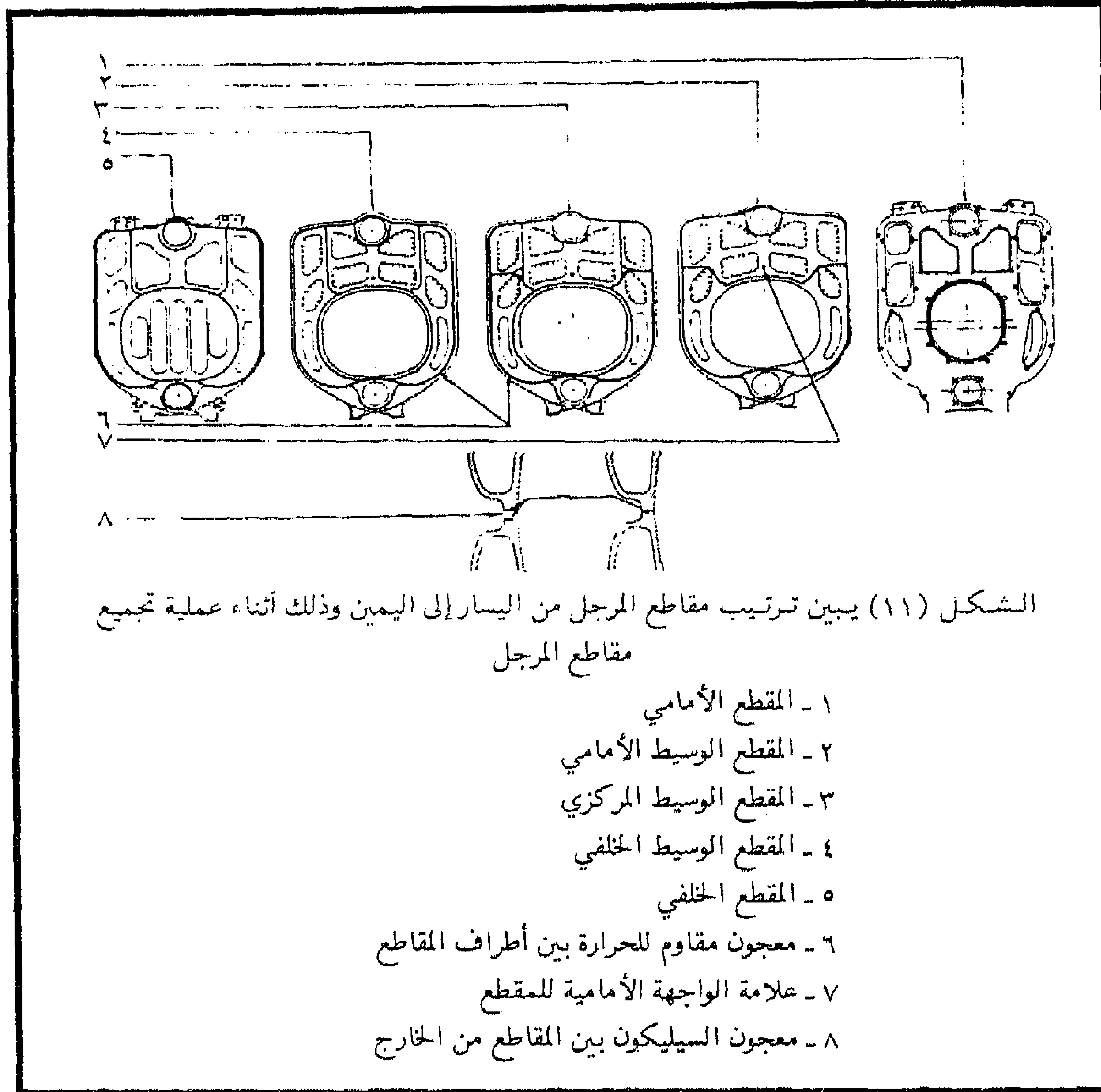
تصنيع المراجل:

يتم تصنيع المراجل بإحجام وأشكال مختلفة وتتراوح قدرتها ما بين 10,000 كيلوا كالورى/ ساعة الى ما يزيد على 500.000 ك ك/س.

تجميع المراجل:

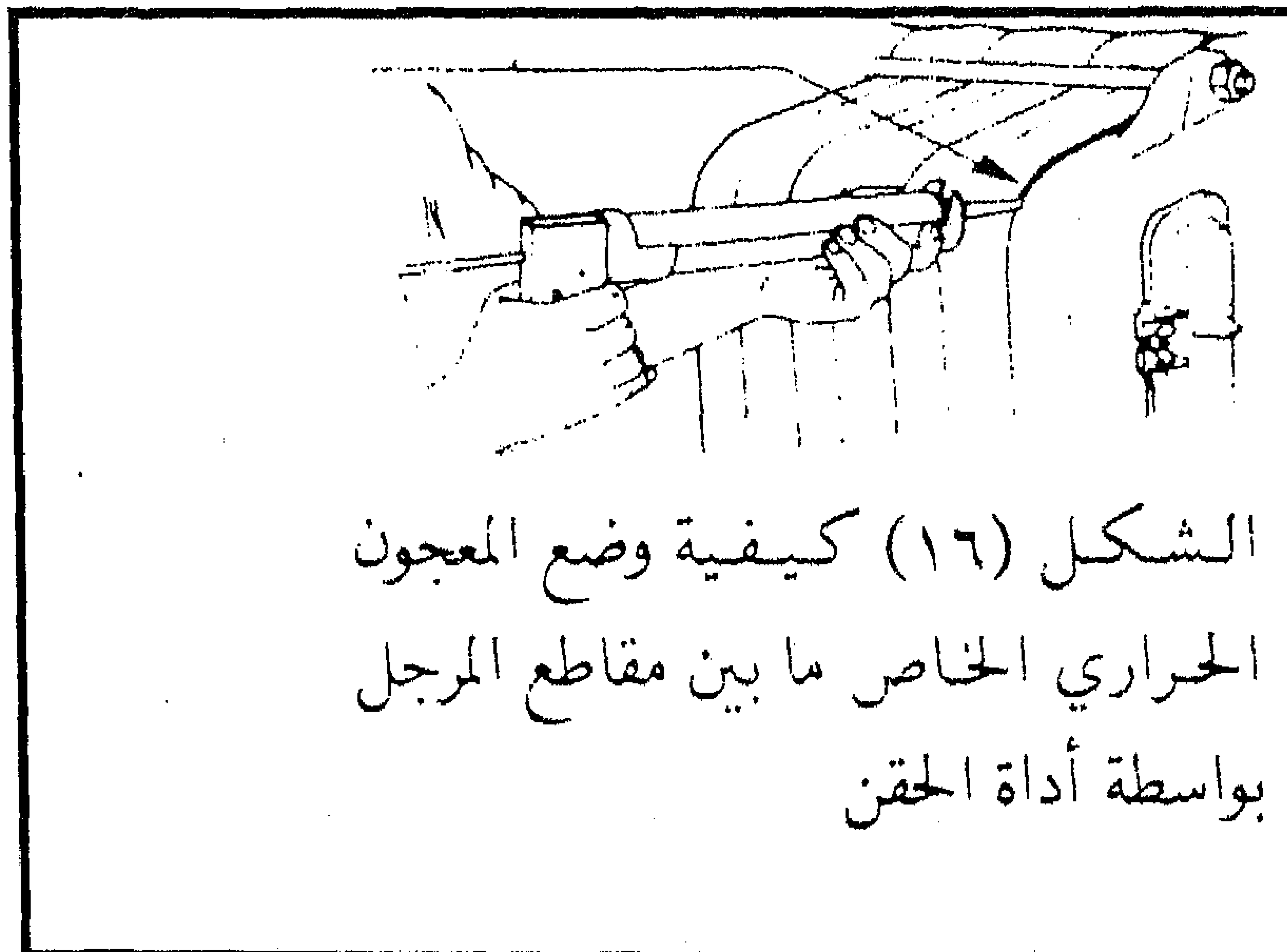
بعض مراجل السكب يتم تجميع مقاطعها في موقع العمل بإتباع الخطوات التالية:

1. تنقل مقاطع المرجل الى موقع العمل بعناية بحيث لا تتعرض للصدمات.
2. يوضع مقطع المرجل الخلفي عموديا ويتم تثبيته جيدا. ترتيب مقاطع الرجل من اليسار الى اليمين وذلك أثناء عملية تجميع مقاطع المرجل.
3. تنطبق فتحات دخول وصلة الجمع (النبل) على المقطع بواسطة الفرشاة جيدا.
4. تنطبق وصلة الجمع (النبل) جيدا.
5. وضع المعجون الحراري الخاص (تزوده عادة الشركة الصانعة) على وصلة الجمع (النبل) وفي داخل الفتحة بواسطة الفرشاة.
6. تدفع وصلة الجمع (النبل) في داخل الفتحة بواسطة اليد. وضع الجمع (النبل) في داخل فتحة مقطع المرجل.
7. تطرق وصلة الجمع (النبل) بواسطة مطرقة خشبية حتى تأخذ موقعها الصحيح.
8. يتم تثبيت المقطع الوسيط الخلفي للمرجل أمام المقطع الخلفي بعد تنظيف فتحاته ووضع المعجون الحراري الخاص بداخلها.
9. يطرق المقطع الوسيط الخلفي بواسطة المطرقة الخشبية حتى يأخذ وضعه الصحيح.
10. تتم عملية الجمع بواسطة مفتاح جمع المراجل.
11. تكرر عملية الجمع للمقاطع الأخرى.



الشكل (١١) يبين ترتيب مقاطع المرجل من اليسار إلى اليمين وذلك أثناء عملية تجميع مقاطع المرجل

١ ـ المقطع الأمامي
٢ ـ المقطع الوسيط الأمامي
٣ ـ المقطع الوسيط المركزي
٤ ـ المقطع الوسيط الخلفي
٥ ـ المقطع الخلفي
٦ ـ معجون مقاوم للحرارة بين أطراف المقاطع
٧ ـ علامة الواجهة الأمامية للمقطع
٨ ـ معجون السيليكون بين المقاطع من الخارج



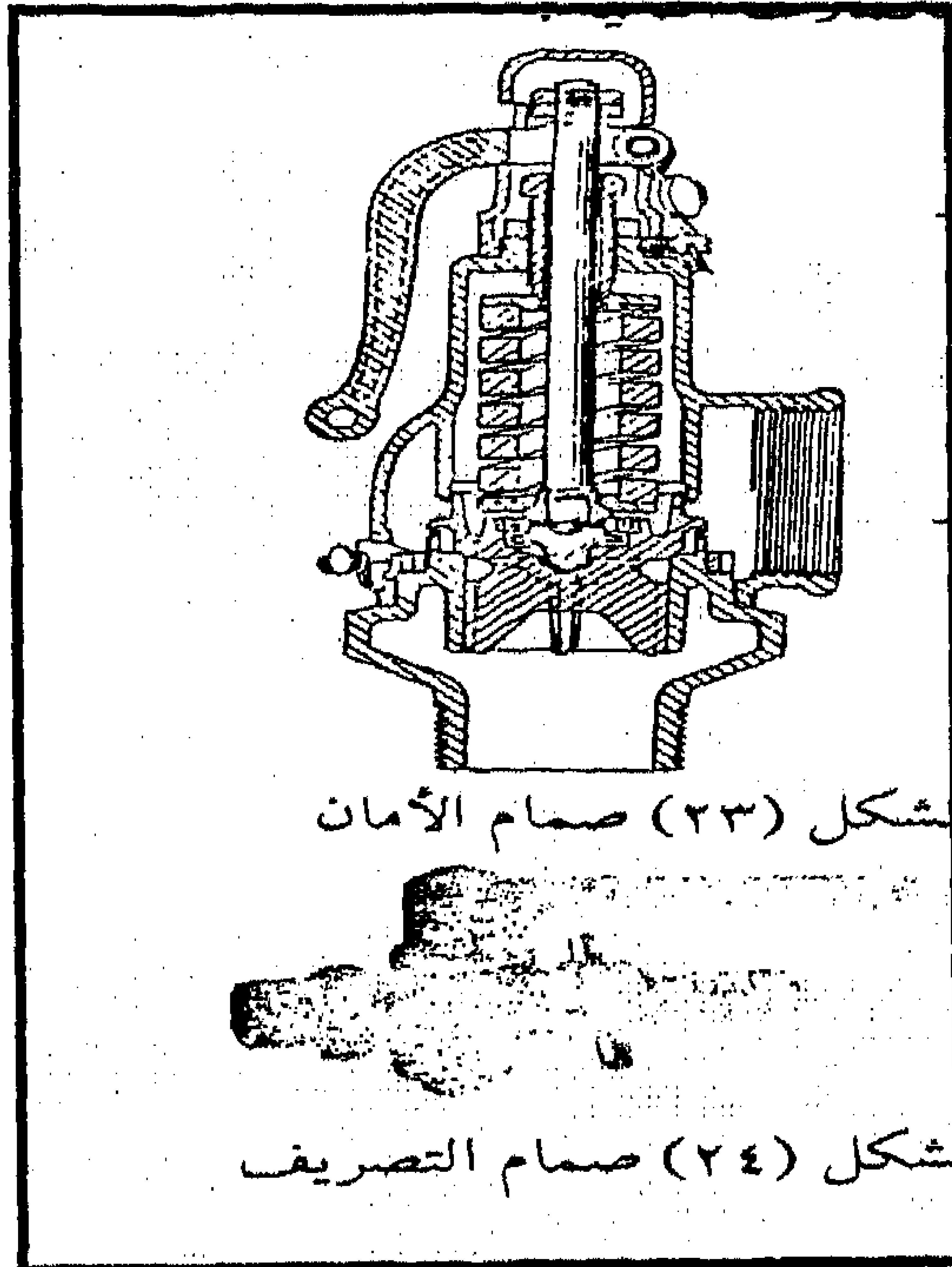
الشكل (١٦) كيفية وضع المعجون الحراري الخاص ما بين مقاطع المرجل بواسطة أداة الحقن

◆ مكملات المرجل:

صمام الأمان:

صمام الأمان عبارة عن صمام أوتوماتيكي يعمل على تمرير الضغط الزائد عن الضغط المعير علية وذلك بفتح المجرى لإخراج كمية من السائل إلى خط التصريف.

ويتم تركيب صمام الأمان على المرجل مباشرة وذلك تبعا لقياسية بإحدى طرق الوصل المعروفة سواء بالتسنين أو بواسطة شفة (فلنجة). ويتم تعيير صمام الأمان على ضغط واحد بار زيادة على الضغط العملي الفعلي للمرجل وبحيث لا يزيد تعييره عن الضغط المصمم علية المرجل. ويبين الشكل (23) صمام الأمان.



شكل (٢٣) صمام الأمان

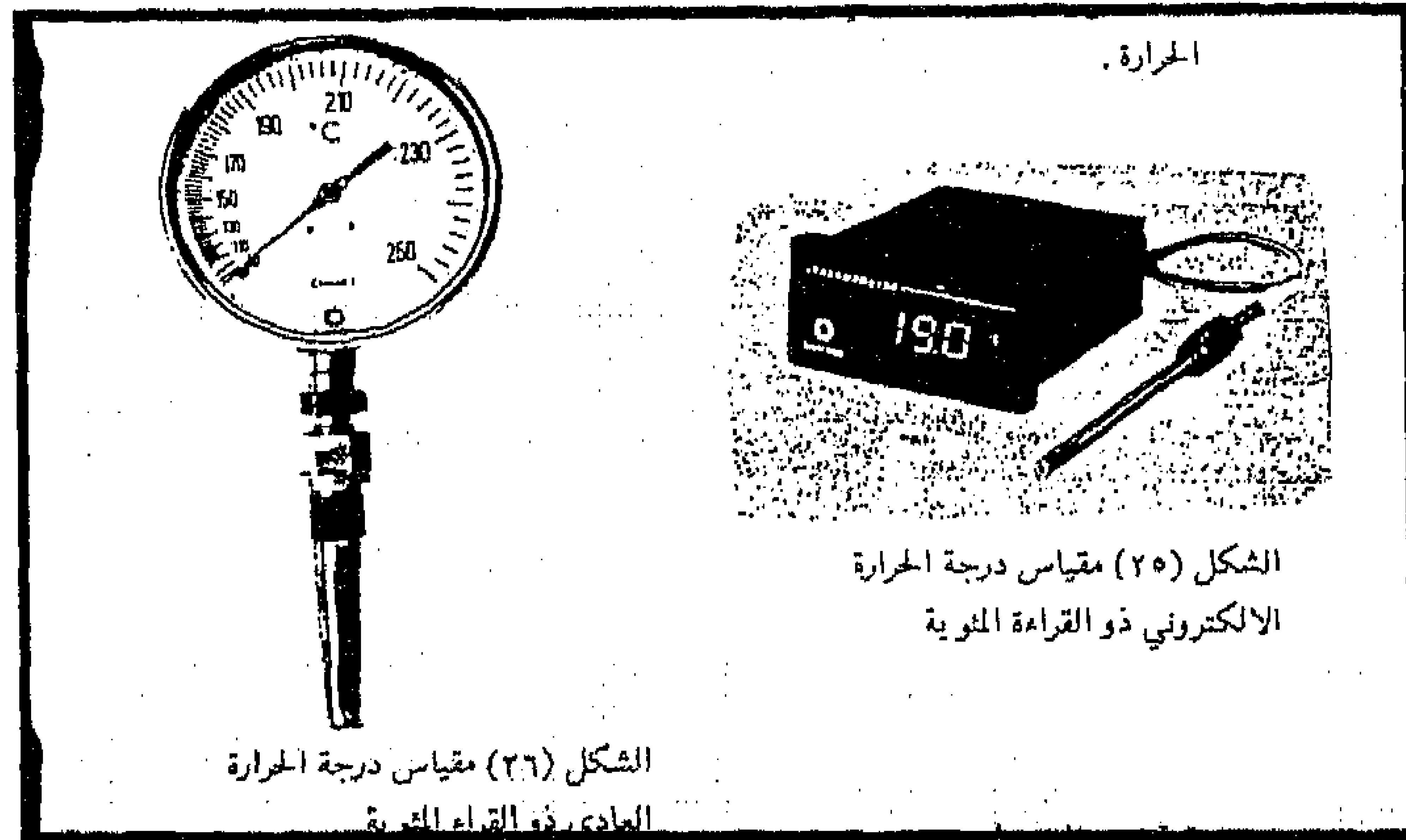
شكل (٢٤) صمام التصريف

صمام التصريف:

صمام التصريف هو عبارة عن صمام لتنظيف المرجل من الرواسب والأوساخ التي تتجمع بداخلة ويتم تركيب صمام التصريف في أسفل المرجل.

مقياس درجة الحرارة:

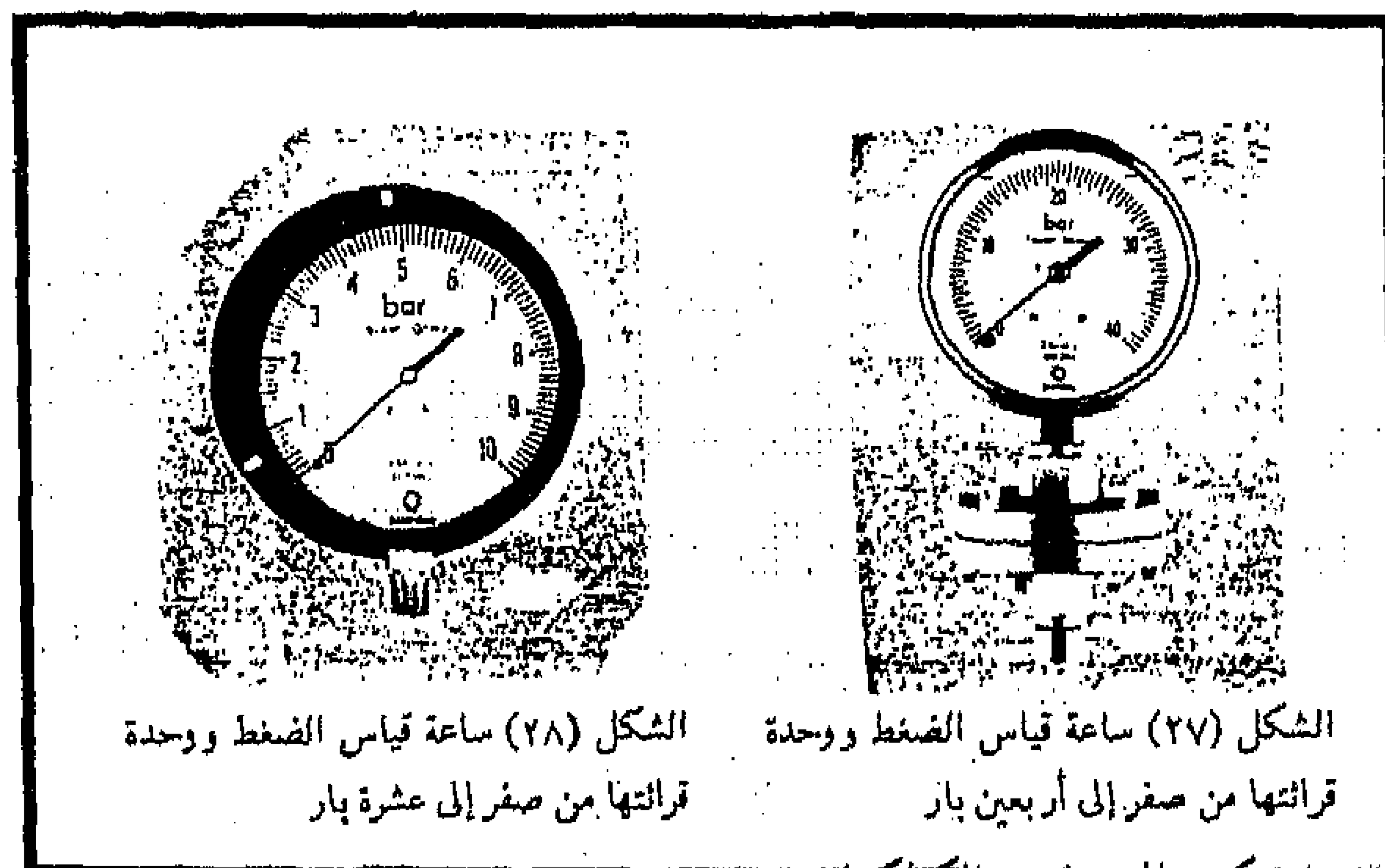
يستخدم مقياس درجة الحرارة لقراءة درجة حرارة مياه المرجل ويتم تركيبية بإتباع ما يلي:تركيب التجويف المعدني للمقياس في مقدمة المرجل مع مراعاة آن يكون مغموسا في الماء وضع بصيلة مقياس درجة الحرارة في داخل التجويف المعدني ويبين الشكلان نوعان مختلفان لمقاييس درجة الحرارة.



الشكل (٢٥) مقياس درجة الحرارة الالكتروني ذو القراءة المئوية

الشكل (٢٦) مقياس درجة الحرارة العادي ذو القراءة المئوية

ساعة قياس الضغط:



الشكل (٢٧) ساعة قياس الضغط ووحدة قراءتها من صفر إلى أربعين بار

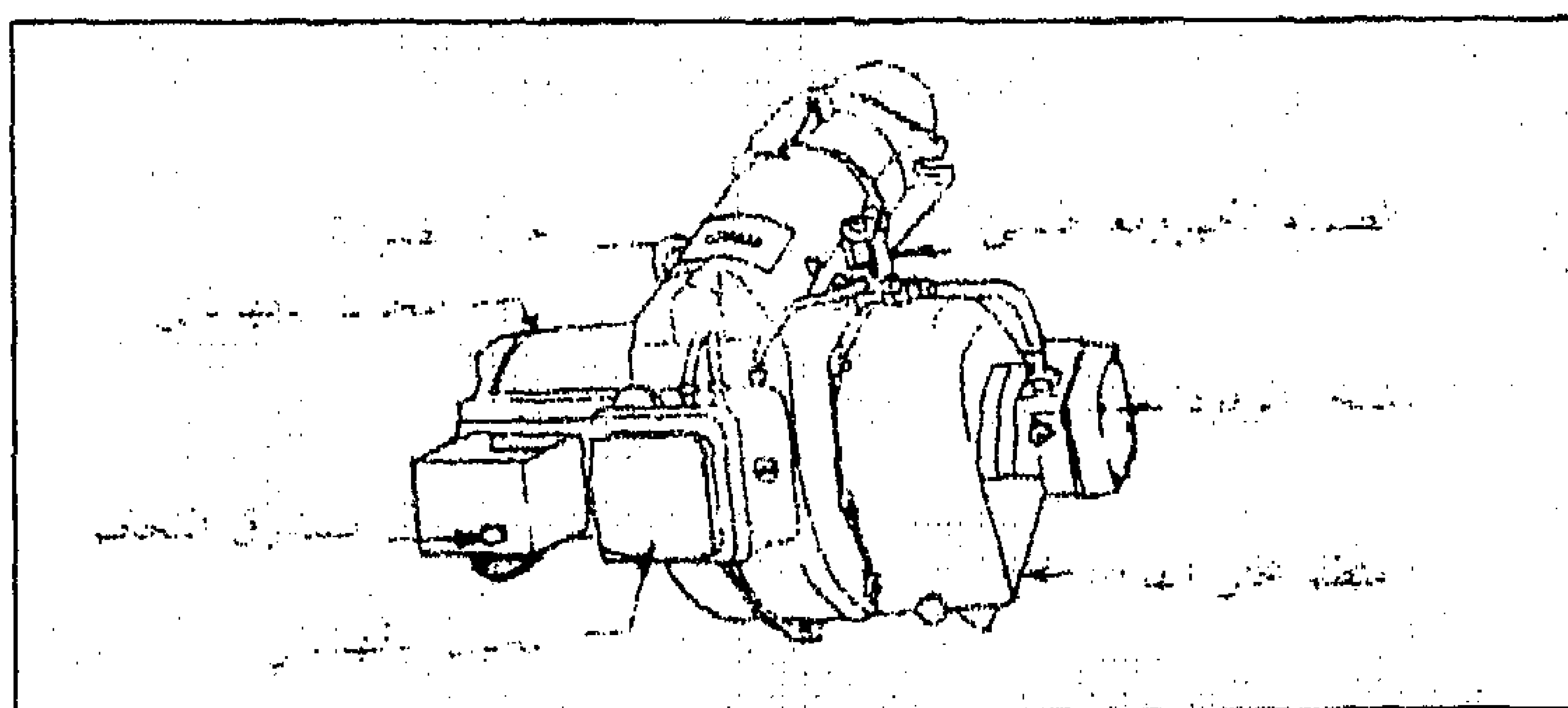
الشكل (٢٨) ساعة قياس الضغط ووحدة قراءتها من صفر إلى عشرة بار

عبارة عن مؤشر لقراءة ضغط المياة في داخل المرجل بإحدى وحدات قياس الضغط المعروفة أو لقراءة ارتفاع الماء على المرجل ويتم تركيب ساعة قياس الضغط لتلامس مباشرة الماء الموجود في المرجل. ويبين الشكلان نوعان مختلفان من ساعات قياس الضغط.

الحارقة:

الحارقة هي جهاز مكمل لعمل المرجل تعمل على دفع الوقود السائل (السولار) على شكل رذاذ إلى غرفة الاحتراق واحراقة لتحويل الطاقة الكيميائية المختزنة فية الى طاقة حرارية (الجهاز الذي يتم بواسطة أنتاج الحرارة داخل غرفة الاحتراق في المرجل).

وتتكون من الأجزاء الرئيسة التالية:



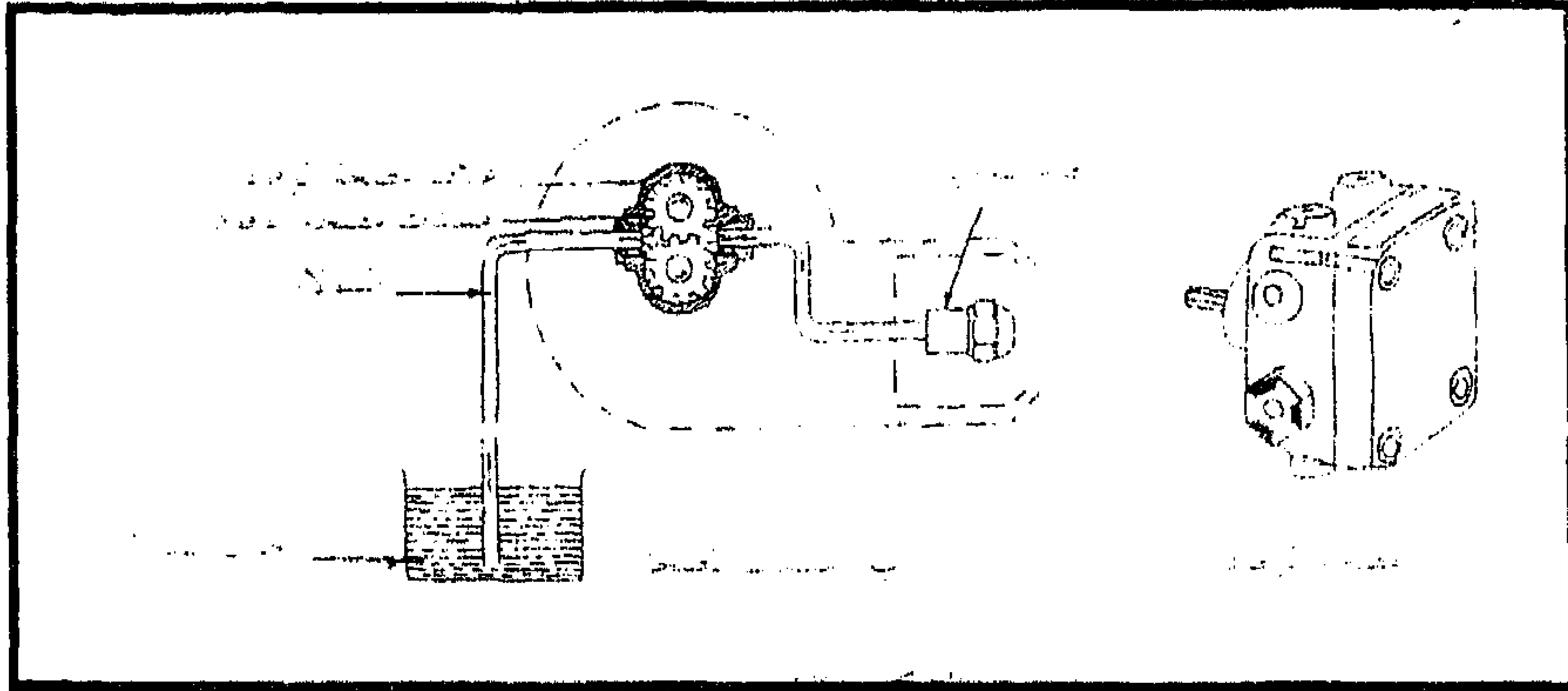
1. **مضخة الوقود (Fuel pump):**

هي الجهاز الذي يوصل الوقود إلى فالة التذرير تحت ضغط معين، وتعمل بواسطة مسننات وتتصل مباشرة بمحور المحرك عن طريق الوصلة المرنة.

تتميز المضخة بالفتحات التالية:

1. فتحة خط الوقود القادم من الخزان

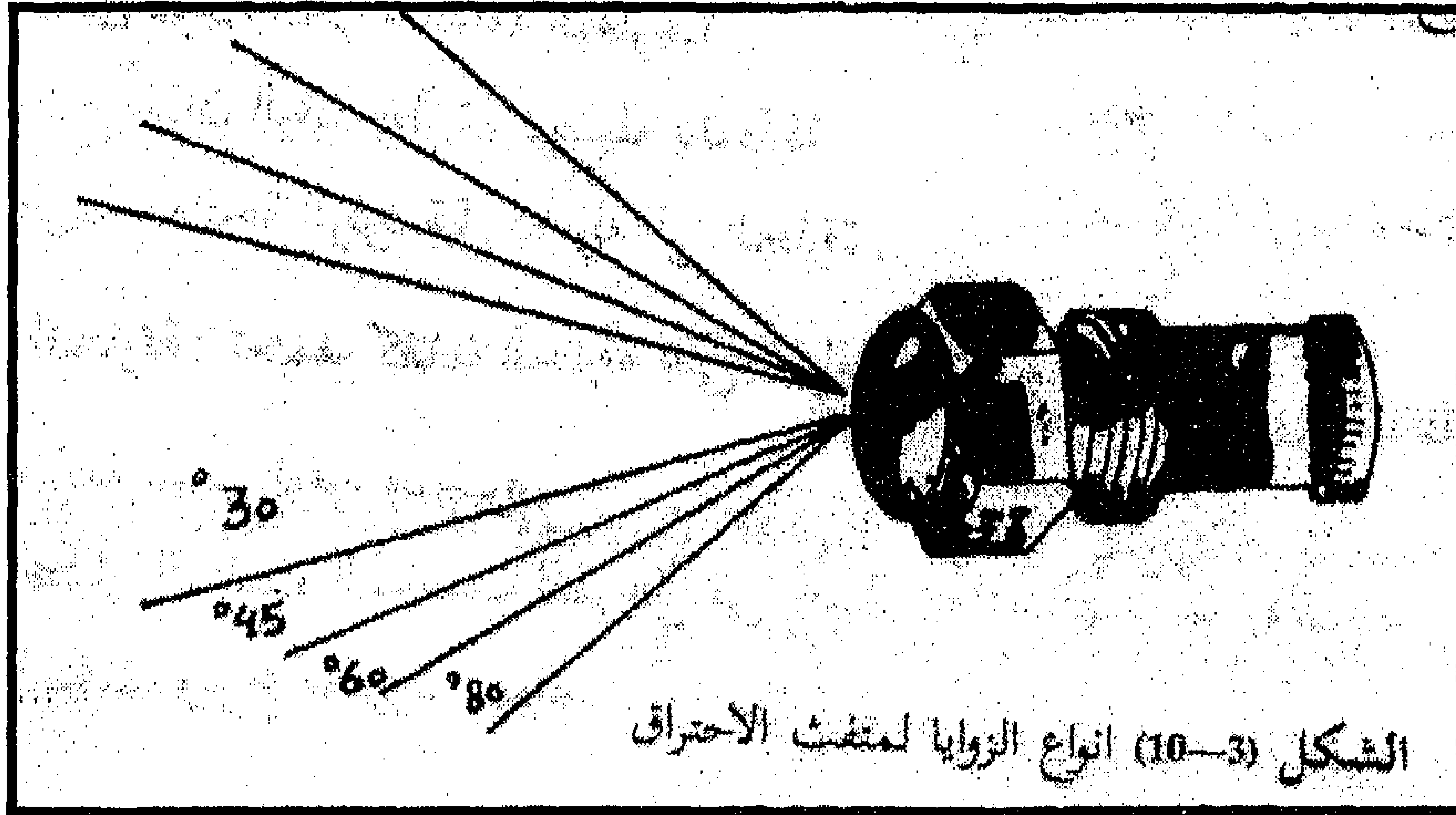
2. فتحة خط الوقود الذاهب إلى فالة الاحتراق
3. فتحة خط الوقود العائد إلى الخزان
4. فتحة منظم الضغط
5. فتحة تهوية المضخة



2. فالة التذرير (Nozzle):

هي التي تقوم بتوصيل الوقود السائل بشكل رذاذ الى غرفة الاحتراق تحت ضغط عال وتوصف الفالة بما يلي:

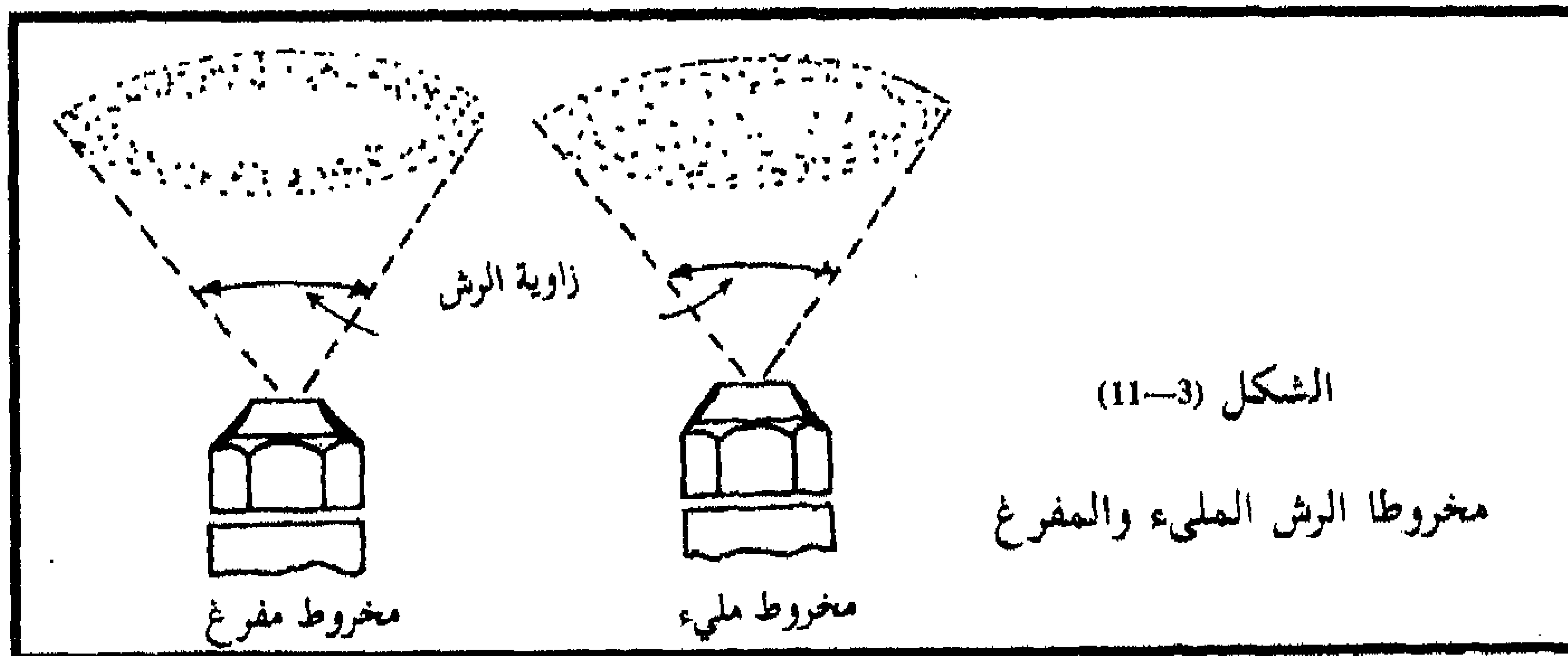
1. قدرة الفالة: وهي تعتمد على حجم المرجل والطاقة الحرارية اللازمة وتقدر عادة بالكغم وقود / الساعة او لتر / الساعة.
2. زاوية الرش: تعتمد على شكل المرجل وابعادة وتتراوح هذه الزاوية ما بين 30 و 80 درجة او 90



الشكل (3—10) انواع الزوايا لمنفث الاحتراق

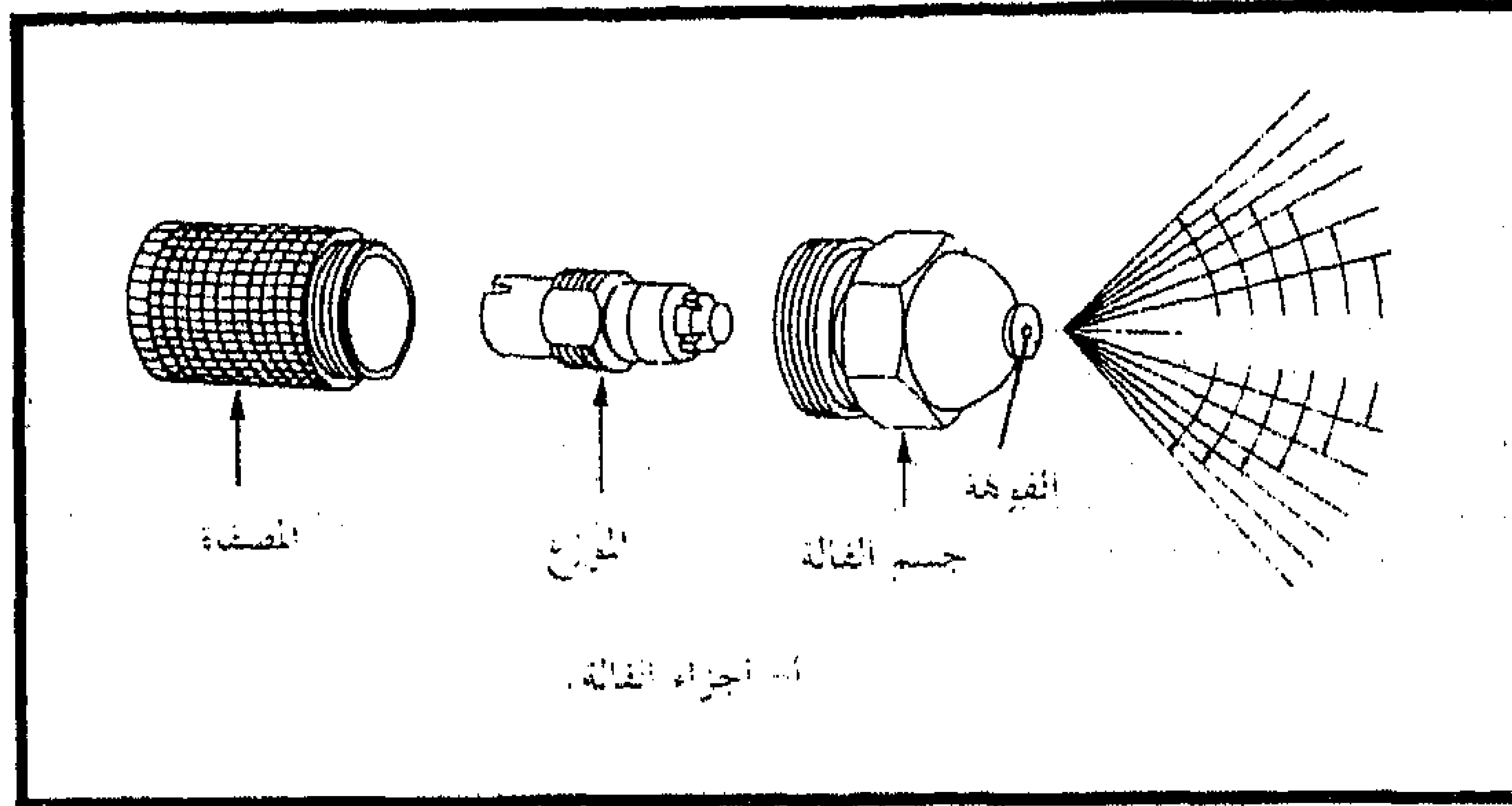
3. مخروط الرش وهو نوعان

1. مخروط الرش المفرغ: ويكون الوقود فية على شكل مظلة تنتشر على الجدران الخارجية للمخروط.
2. مخروط الرش الكامل: ينتشر الوقود في جميع أجزاء المخروط وتملا ذرات الوقود وسط المخروط.



الشكل (3—11)
مخروطا الرش المليء والمفرغ

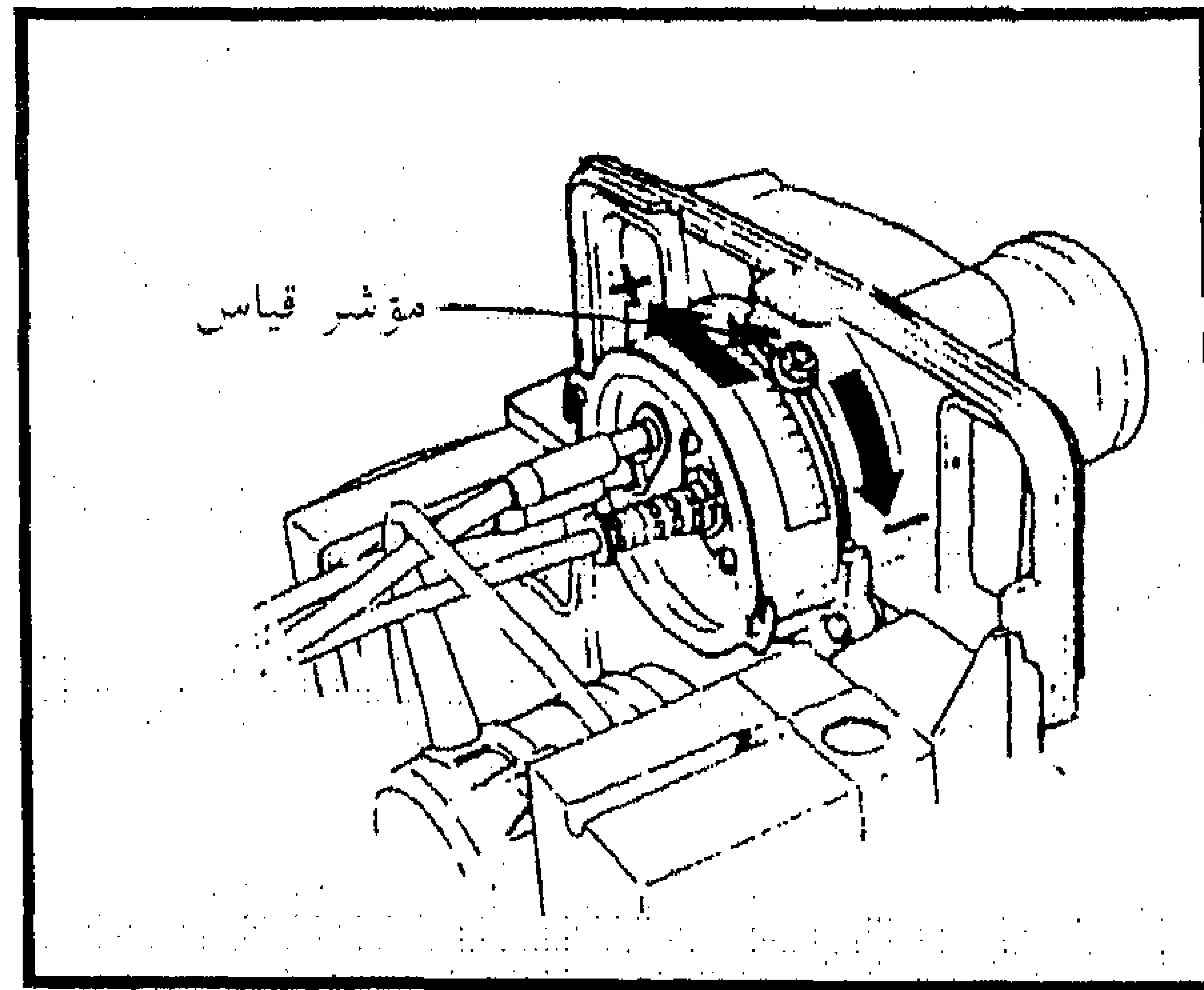
ويبين الشكل أجزاء الفالة



أ- أجزاء الغالة.

3. منظم خنق الهواء (Air Damper):(منظم كمية الهواء اللازم للاحتراق).

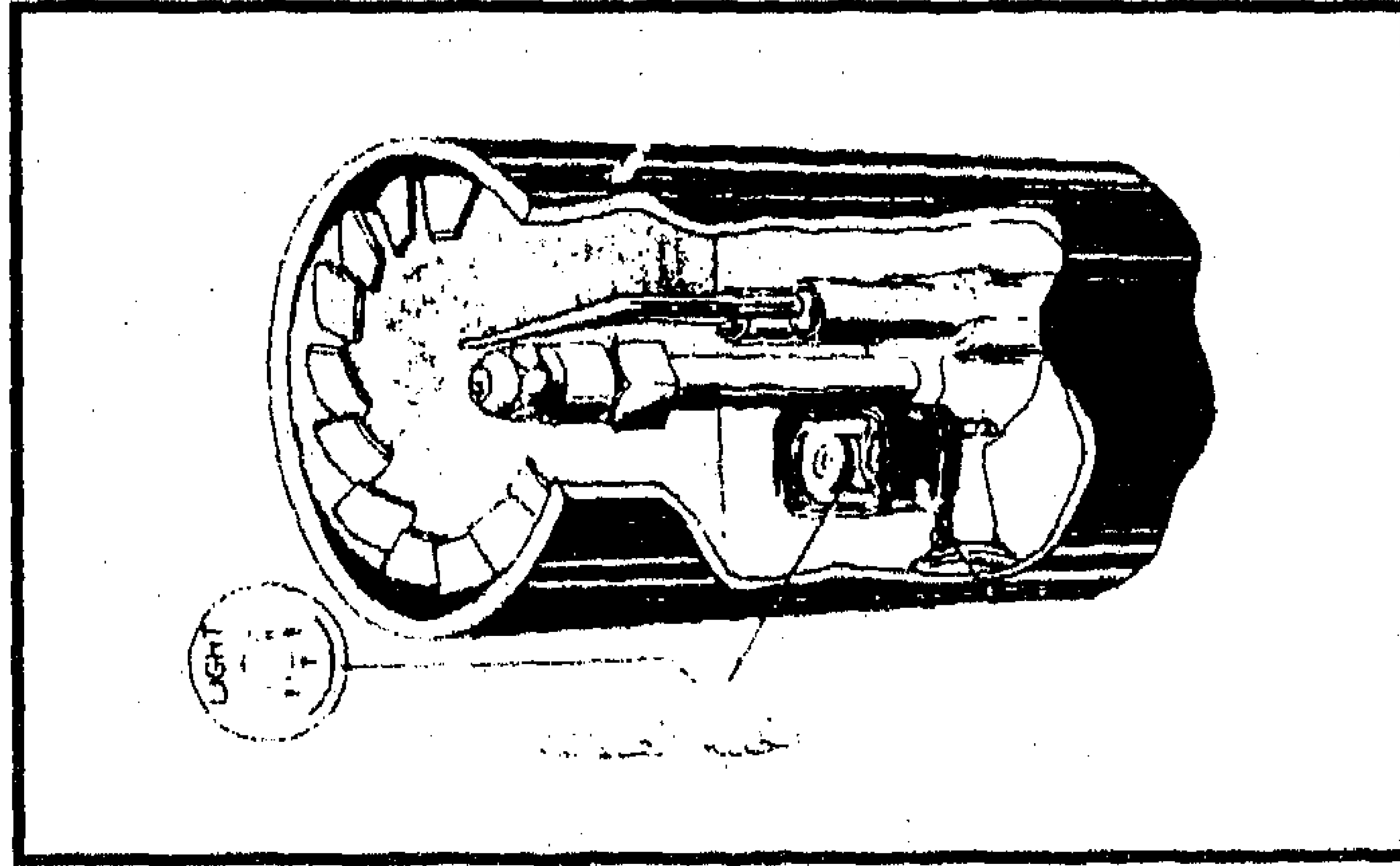
هو عبارة عن صفيحة معدنية مركبة على فتحة دخول الهواء لإغلاقها وفتحها بالعيار اللازم ومرتبطة بمؤشر مقدار الفتحة وكمية الهواء اللازم للاحتراق وتعاير يدويا أو تلقائيا في الحارقات الكبيرة.



4. الخلية الضوئية (العين السحرية) / (photo cell):

تصنع من مادة شبه موصلة كهربائيا تتأثر مقاومتها بتغير ظروف الإضاءة المحيطة بها حيث تنخفض مقاومتها عند تعرضها للوهج الشديد لذلك

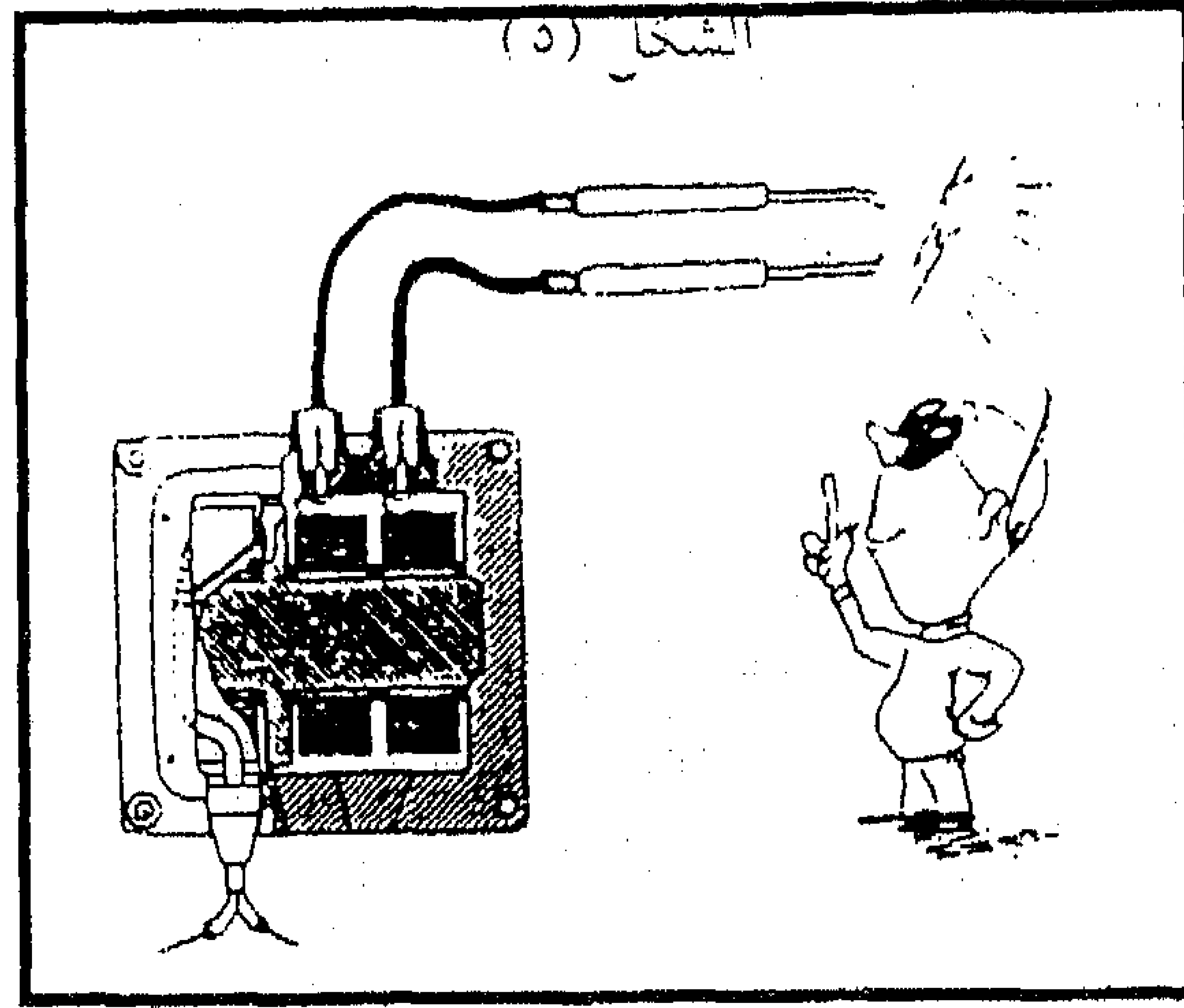
تستخدم في الحارقة لفصل المحول عن العمل عند حدوث الاشتعال بإعطاء أمر لصندوق التحكم ليفصل المحول عن العمل.



5. المحول (Electric Transformer):

هو الجهاز الذي يقوم برفع الجهد الكهربائي من 220 فولت إلى (10) الاف فولت لتوليد الشرارة الازمة لا تمام عملية الاشتعال ويوصل مخرج المحول بقطبي الشرارة.

وهذا المحول صمم ليعمل مرحليا فقط أي للفترة التي للفترة التي يقوم فيها بإتمام عملية الاحتراق. ثم تقوم الخلية الضوئية بعد ذلك بقطع التيار الكهربائي عن المحول إذ أن وجود المحول تحت تأثير التيار الكهربائي بشكل مستمر يؤدي إلى اتلافة.

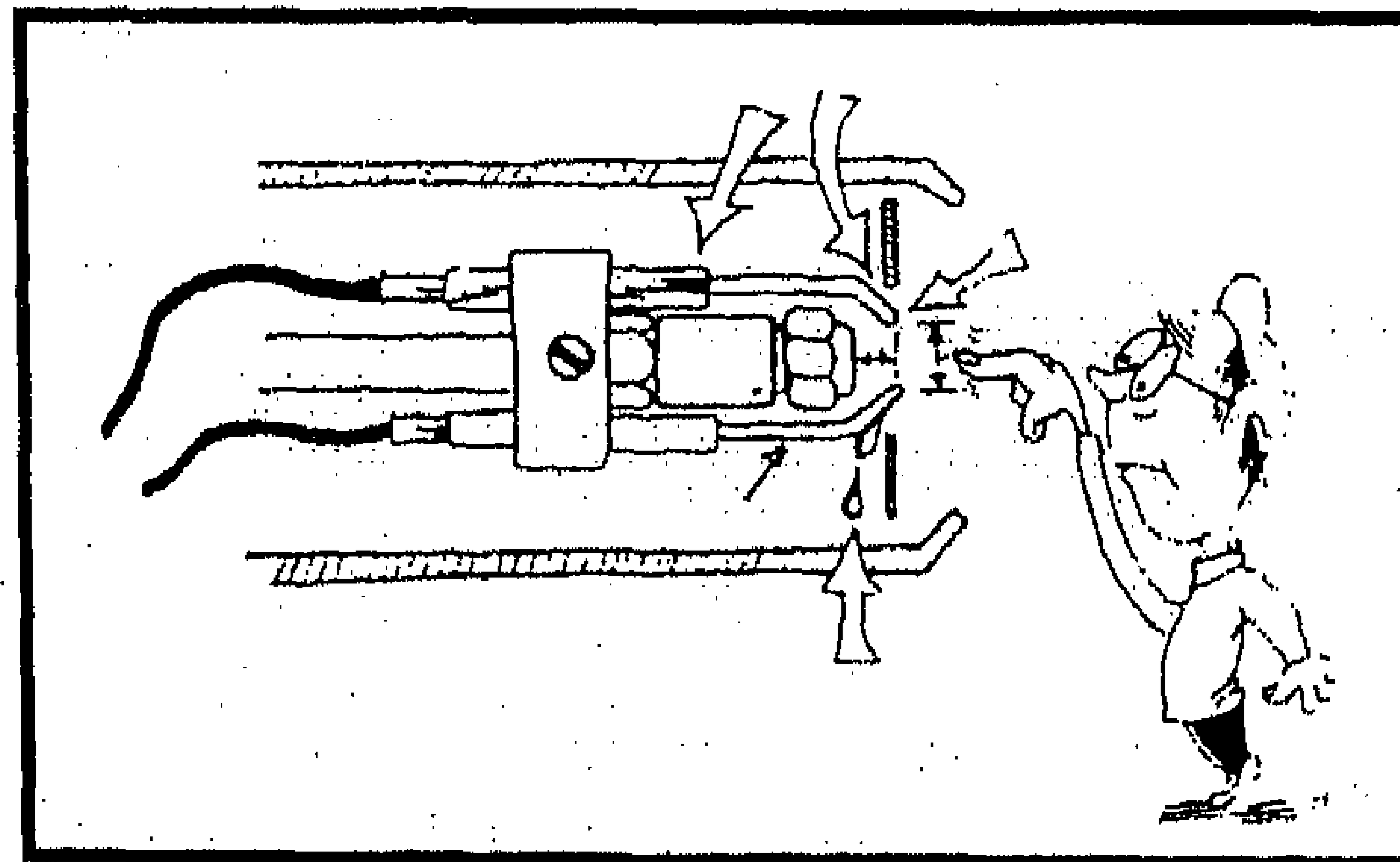


6. المحرك الكهربائي (Electric Motor) :

يعوم المحرك الكهربائي بتدوير المروحة و المضخة بالسرعة اللازمة لتزويد غرفة الاحتراق بالوقود والهواء اللازمين للاحتراق. ويستمر عمل المحرك طوال فترة تشغيل الحارقة ويتوقف عن العمل عندما يقوم منظم درجة الحرارة بالفصل.

7. قطبا الشرارة (Electrodes):

يعملان على أنتاج شرارة الاشتعال بسرعة وكفاءة عالية. ويتم معايرة السافة بينهما بما يتراوح بين (3 – 4) ملم للحصول على الشرارة المناسبة لاشتعال بخار الوقود السائل المذرر.



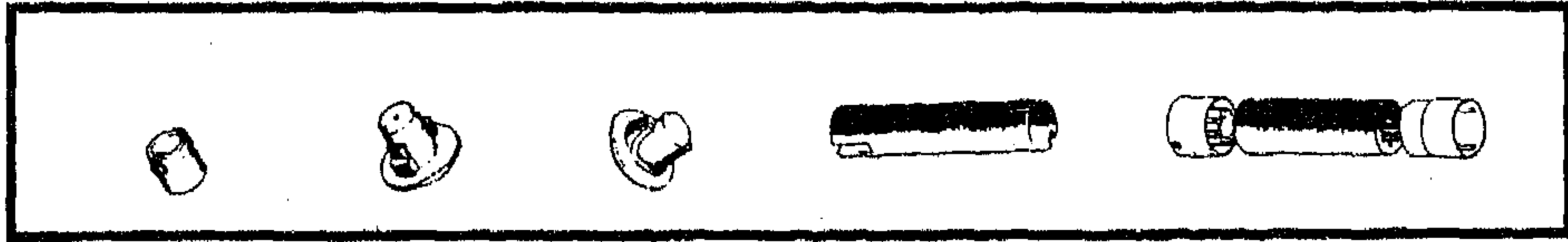
8. الوصلة المرنة (Drive Coupling):

تتصل هذه الوصلة بالمحرك الكهربائي من جهة و بمضخة الوقود من الجهة الأخرى، وتصنع من المطاط الصلب او البلاستيك المقوى.

وتعمل الوصلة المرنة على:

أ. المحافظة على المحرك في حالة توقف المضخة عن العمل.

ب. تقوم بامتصاص الاهتزازات الناتجة عن دوران المحرك الكهربائي.



أشكال مختلفة للوصلة المرنة

[illegible] درجة حرارة

[illegible]

[illegible] الكهربائي

المحرك الكهربائي

الصمام الكهرومغناطيسي

الخلية الضوئية (العين السحرية)

مصباح الإشارة (اللمبة الحمراء)

خط الكهرباء الرئيس

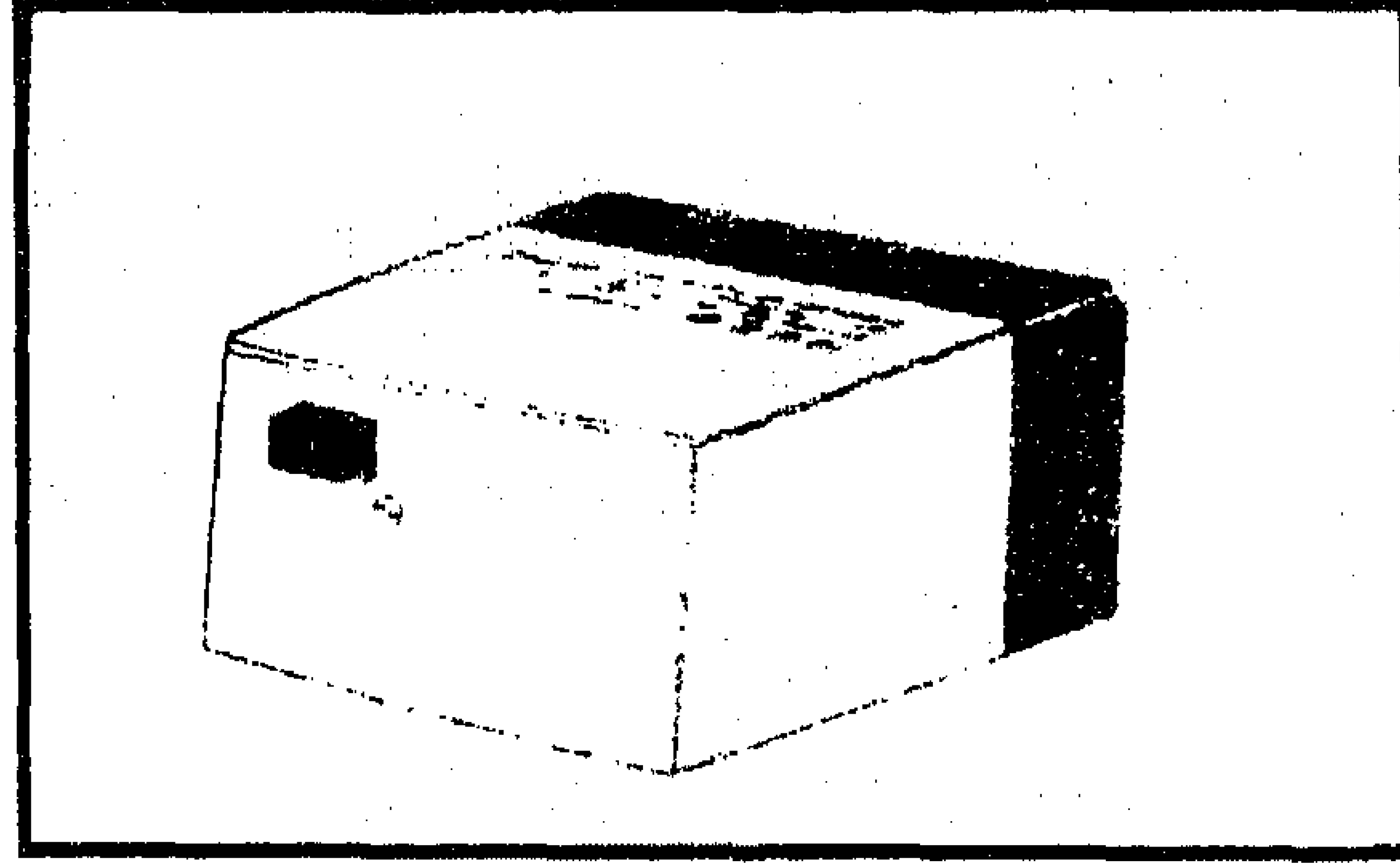
خط الكهرباء الحيادي

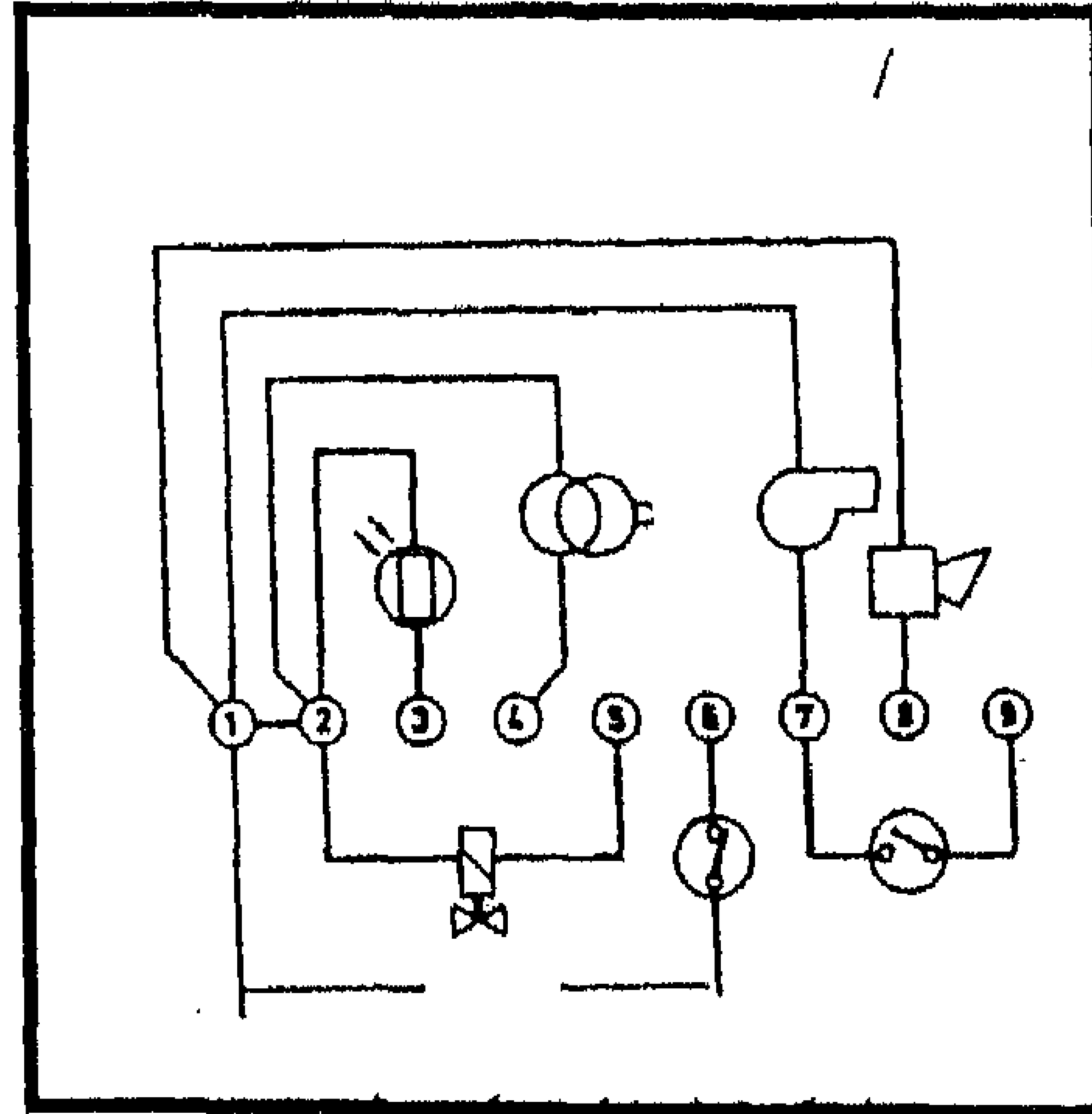
إشارة الشركة الصانعة، وفي هذه الحالة نرى دانفوس

9. صندوق الضوابط (control box):

يراقب عمل الحارقة ويتحكم فية و ينظمة. و يصنع هيكلة الخارجي من مادة عازلة للكهرباء و بداخله لوحة تظهر طريقة التوصيلات الكهربائي لجميع أجزاء الحارقة.

عند تشغيل الحارقة بوساطة المفتاح الرئيسي يقوم المنظم الحراري بتوصيل التيار الكهربائي إلى صندوق الضوابط حيث يتوزع منها إلى المحرك و الخلية الضوئية ليعملا على تزويد غرفة الاحتراق بالوقود والهواء اللازمين للاحتراق. وتستمر الحارقة بالعمل إلى أن تصل درجة حرارة المياة إلى الدرجة المطلوبة حيث يقوم المنظم بفتح الدائرة الكهربائية. وتتوقف الحارقة عن العمل.





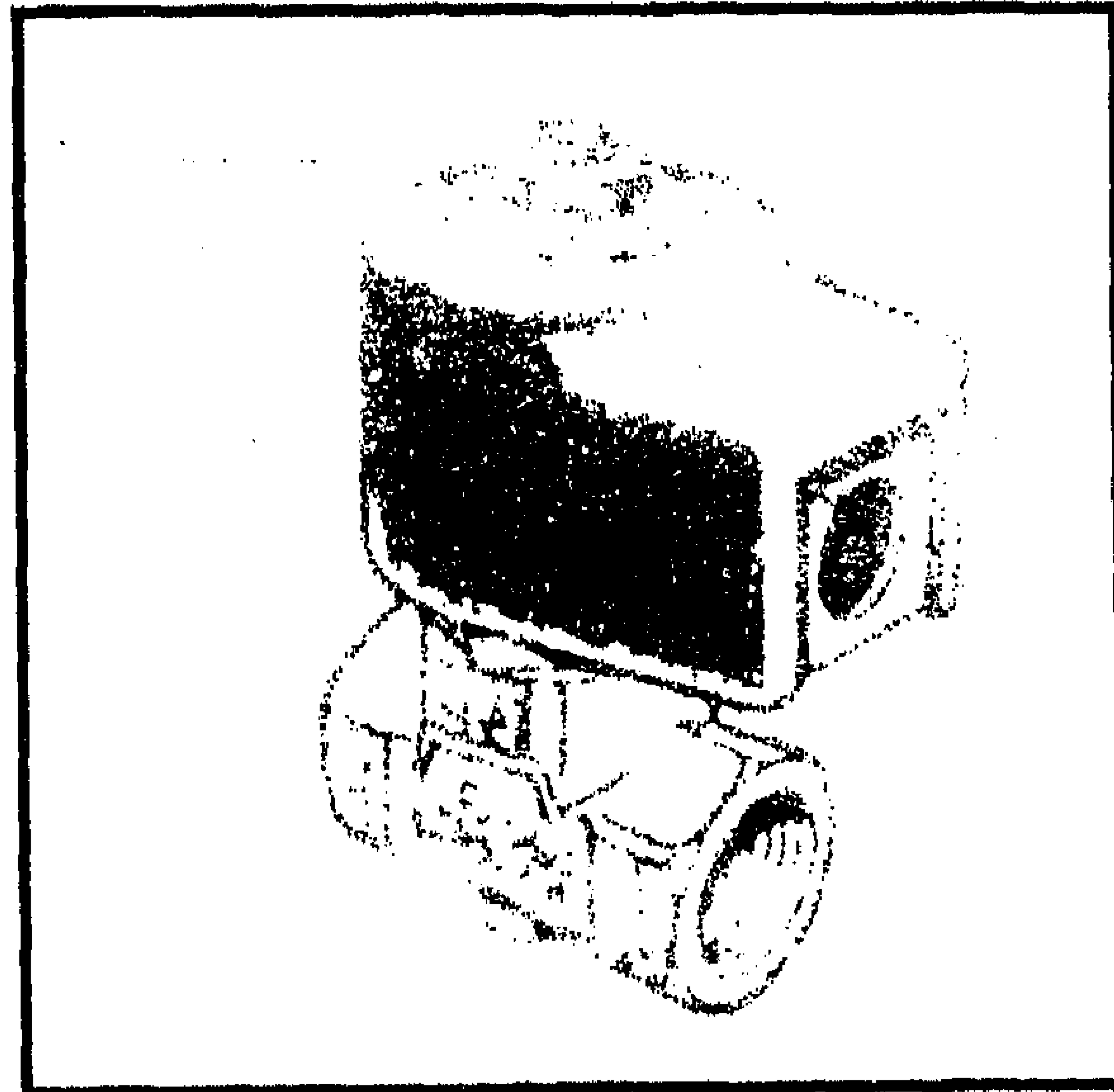
توجد داخل الصندوق لوحة تظهر كافة التوصيلات الكهربائية لجميع أجزاء الحارقة مع ملاحظة الاختلاف البسيط بين أنواع بعض الحارقات حسب الشركات الصانعة.

10. المنظم الكهربائي (Thermostat) :

يقوم المنظم الحراري بعملية فتح و إغلاق الدائرة الكهربائية الموصلة إلى المحرك والشرارة عند وصول درجة حرارة المياة في المرجل إلى الحد الأعلى و الأدنى لدرجات الحرارة التي ينظم عليها المنظم الحراري.

11. الصمام الكهرومغناطيسي: (Solenoid valve):

يقوم الصمام المغناطيسي بقطع الوقود عن الفالة في حالة توقف الحارقة عن العمل. وذلك لعدم تدفق الوقود داخل غرفة الاحتراق بعد توقف المحرك عن العمل.



المشاكل العامة للحارقات وطرق علاجها:

أ. المشاكل الخاصة بالشرارة وشعلة الاحتراق:

يتم وصول الوقود إلى غرفة الاحتراق دون أن تتم عملية الاحتراق بسبب عدم وجود شرارة ويتم علاج ذلك بإجراء الفحص والعلاج التالي:

1. فحص التوصيلات الكهربائية جميعها
2. تنظيف قطبي الشرارة من الأوساخ المتراكمة
3. فحص وتعديل وضع قطبي الشرارة بالنسبة إلى المنفث
4. تنظيم (تعيير) المسافة بين قطبي الشرارة
5. التأكد من عدم وجود أي عطل في المحول
6. التأكد من صلاحية الخلية الضوئية وتنظيفها.

ب. المشاكل الخاصة بالمنفث:

1. عدم وصول الوقود إلى غرفة الاحتراق.
2. تسرب الوقود من فتحة المنفث.
3. زيادة في كمية ضخ الوقود.
4. تكون مزيج غير ملائم للاحتراق.
5. تكون رواسب عند فتحة المنفث.

وتتم معالجة ذلك بإجراء مايلي:

1. تنظيف فتحة المنفث من الأوساخ.
2. تنظيف المضخة من الأوساخ.
3. فحص الصمام (المنظم) داخل الضخة والتأكد من صلاحيته.
4. التأكد من صلاحية مفتاح الوقود داخل المضخة.

5. التأكد من صلاحية منفث الاحتراق وملاءمته للمرجل.
6. حصول توسيع في فتة المنفث يستدعي تغيرها.
7. تلف الأجزاء الداخلية للمنفث.
8. عدم تمركز المنفث في محور مجرى الهواء.

ج. المشاكل الخاصة بمضخة الوقود وطرق علاجها:

1. عدم وصول الوقود إلى المنفث.
2. وصول الوقود بكميات قليلة.
3. تغير مستمر في الاحتراق.
4. ارتفاع ضغط الوقود الداخل إلى غرفة الاحتراق.
5. انخفاض ضغط الوقود الداخل إلى غرفة الاحتراق.
6. استمرار الاحتراق بعد توقف الحارقة عن العمل.
7. تسرب الوقود من المضخة.

وتتم معالجة ذلك بإجراء مايلي:

1. تنفيس مضخة الوقود.
2. تنظيف مصفاة الوقود.
3. التأكد من خط التحويل الداخلي للمضخة By Pass عند استعمال خطين منفصلين للوقود.
4. التأكد من عدم تكون بخار الوقود داخل المضخة.
5. التأكد من مقدرة المضخة على سحب كمية الوقود اللازمة من الخزان إذا كان تحت مستوى سطح الأرض.
6. التأكد من مستوى الوقود في الخزان.
7. التأكد من اتجاه دوران المضخة.
8. التأكد من وصل المضخة بمحور المحرك الكهربائي.

9. التأكد من أن فتحات التهوية للمضخة غير مغلقة.
10. التأكد من نظافة المضخة من الداخل وعدم تراكم الأوساخ فيها.
11. التأكد من دوران المضخة والمروحة.
12. التأكد من قدرة المضخة على إعطاء الضغط اللازم للتذرير.
13. التأكد من صلاحية صمام تنظيم الضغط وتثبيته على الضغط المطلوب.
14. التأكد من نظافة المصفاة قبل المضخة ومن جميع خطوط الوقود.
15. إغلاق جميع المفاتيح والوصلات والتأكد من عدم تسرب الهواء الى خط التغذية القادم من الخزان.

د. المشاكل الخاصة بالوقود:

1. وجود أوساخ داخل الوقود وفي خطوط التغذية.
2. تجميع الهواء داخل الخطوط المغذية من الخزان.
3. انخفاض لزوجة الوقود نظرا لانخفاض درجة الحرارة.
4. تجميد المياه المتسربة إلى الوقود داخل الخزان.
5. تكون رواسب كربونية داخل المدخنة.
6. تكون رواسب كربونية على سطح التسخين.

وتتم معالجة ذلك بإجراء ما يأتي:

1. التأكد من عدم وجود ماء دخل خزان الوقود.
2. التأكد من عدم وجود أوساخ داخل خزان الوقود الرئيس.
3. التأكد من عدم تجمد الماء المنتشر بين جزيئات الوقود.
4. التأكد من نظافة المصفاة الرئيسة.
5. التأكد من تهوية الخزان وخطوط الوقود الرئيسة.
6. التأكد من عملية تذرير الوقود وتكوين المزيج.

7. التأكد من تنظيم كمية الوقود اللازم للاحتراق.

ه. المشاكل الخاصة بهواء الاحتراق:

1. الاحتراق غير كامل.
2. تكون ترسبات كربونية على سطح التسخين.

وتتم معالجة ذلك بإجراء ما يأتي:

1. التأكد من عمل المروحة وعدد دورات المحرك الكهربائي.
2. التأكد من صلاحية ريش (فراشات) المروحة.
3. التأكد من عمل منظم كمية الهواء.
4. التأكد من تنظيم كمية الهواء بما يتناسب وضغط الوقود.
5. التأكد من عمل منظم السحب.
6. التأكد من عمل المدخنة ومساحة فتحتها.

صيانة الحارقات:

أ. الصيانة الشهرية:

1. تنظيف منفث الاحتراق.
2. تنظيم قطبي الشرارة وتنظيفها من الأوساخ المتراكمة.
3. التأكد من صلاحية مروحة الهواء.
4. تنظيف العين السحرية وفحصها والتأكد من عملها.
5. تنظيف المصفاة الرئيسة على خط التغذية من الخزان.

ب. الصيانة السنوية: فضلاً عن البنود السابقة في الصيانة تجرى العلميات الاتية:

1. تزيت المحرك الكهربائي.

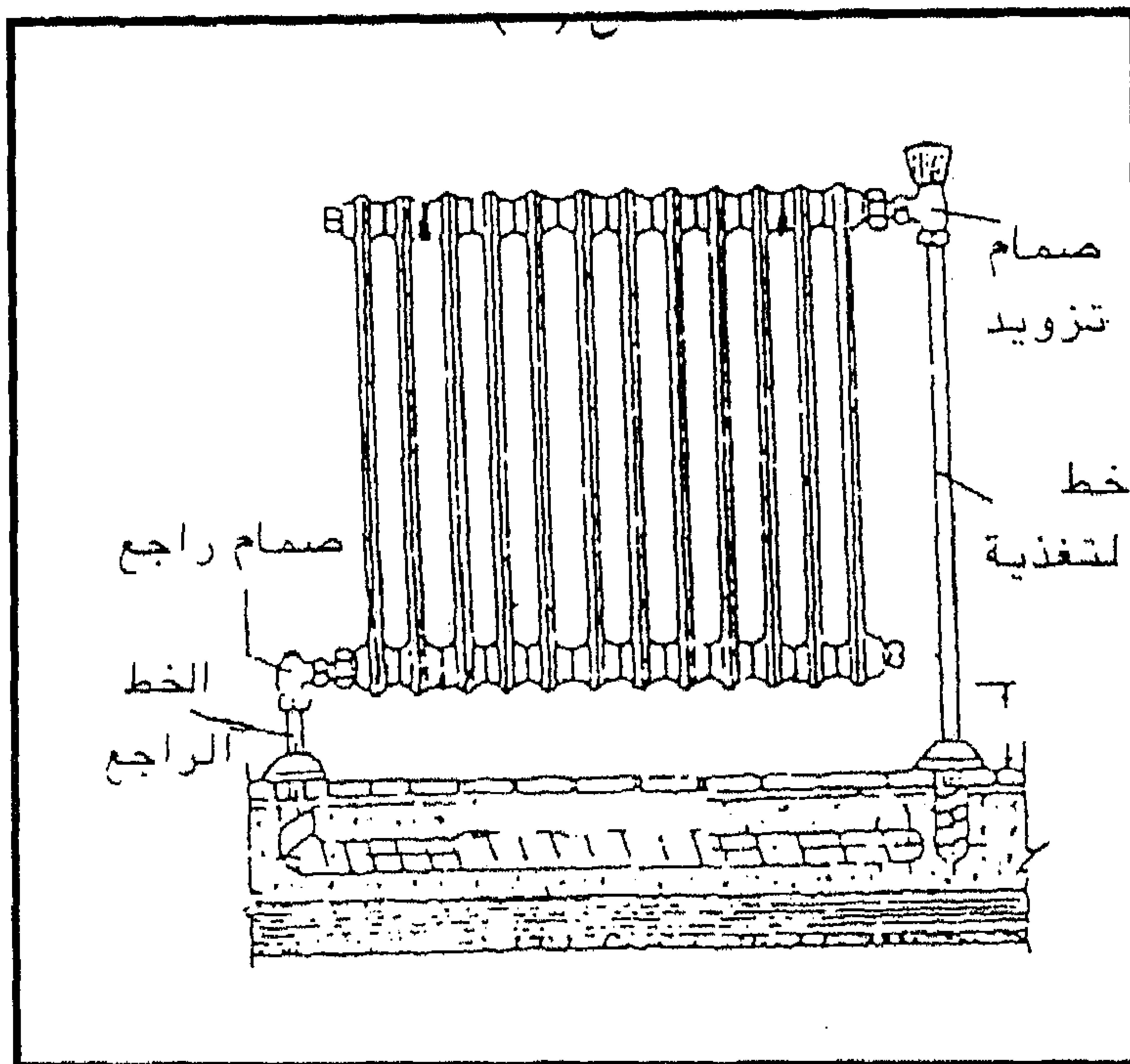
2. تنظيف مضخة الوقود.
3. فحص التوصيلات الكهربائية والتأكد من صلاحيتها.
4. فحص عظمات الشرارة والتأكد من صلاحيتها.
5. فحص المنفث والتأكد من عدم تلف مجاري الوقود الداخلية.
6. تنظيف مجاري الوقود الموصلة بين المنفث والمضخة.

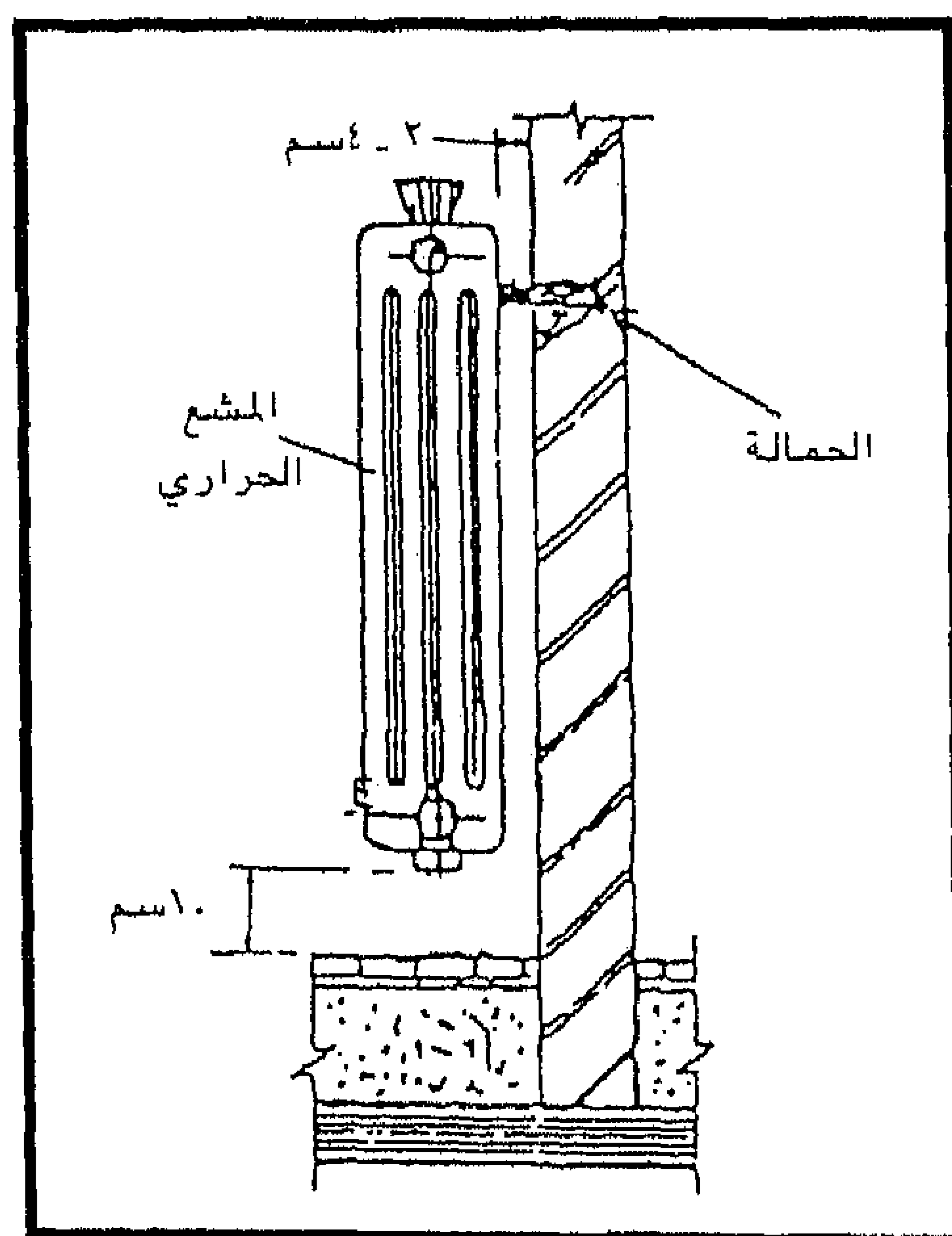
(المشعات الحرارية):

لقد أصبح مصطلح (المشعات) شائعا في صناعة أجهزة تكييف الهواء والتدفئة فهو يكاد يطلق على جميع الدفايات التي في الغرف والأماكن المدفأة وتسخن هذه المشعات نتيجة تمرير ماء ساخن أو بخار وتنتقل الحرارة من المشعات إلى المحيط المدفأ بطرق انتقال الحرارة المعروفة ومن هنا تبين عدم الدقة في التسمية أي (المشعات) ويرجع انتشار استخدام المشعات في البيوت وأماكن العمل إلى مطابقتها للشروط الصحية المطلوبة.

◆ أماكن تركيب المشعات:

تركب المشعات الحرارية في ابرد حيز أي من الجهات التي يتم فيها فقد للحرارة الداخلية مثل (النوافذ والجدران المعرضة للجو الخارجي وقرب الأبواب التي تفتح على الجو الخارجي) ويراعى عند تركيب المشعات توزيع المشعات الحرارية حسب المخططات التصميمية وترك مسافة بين الجدار والمشع من (30– 60) ملم و (100) ملم بين سطح البلاط والمشع وعدم وضع أي أثاث أو مواد ملاصقة للمشع الحراري.





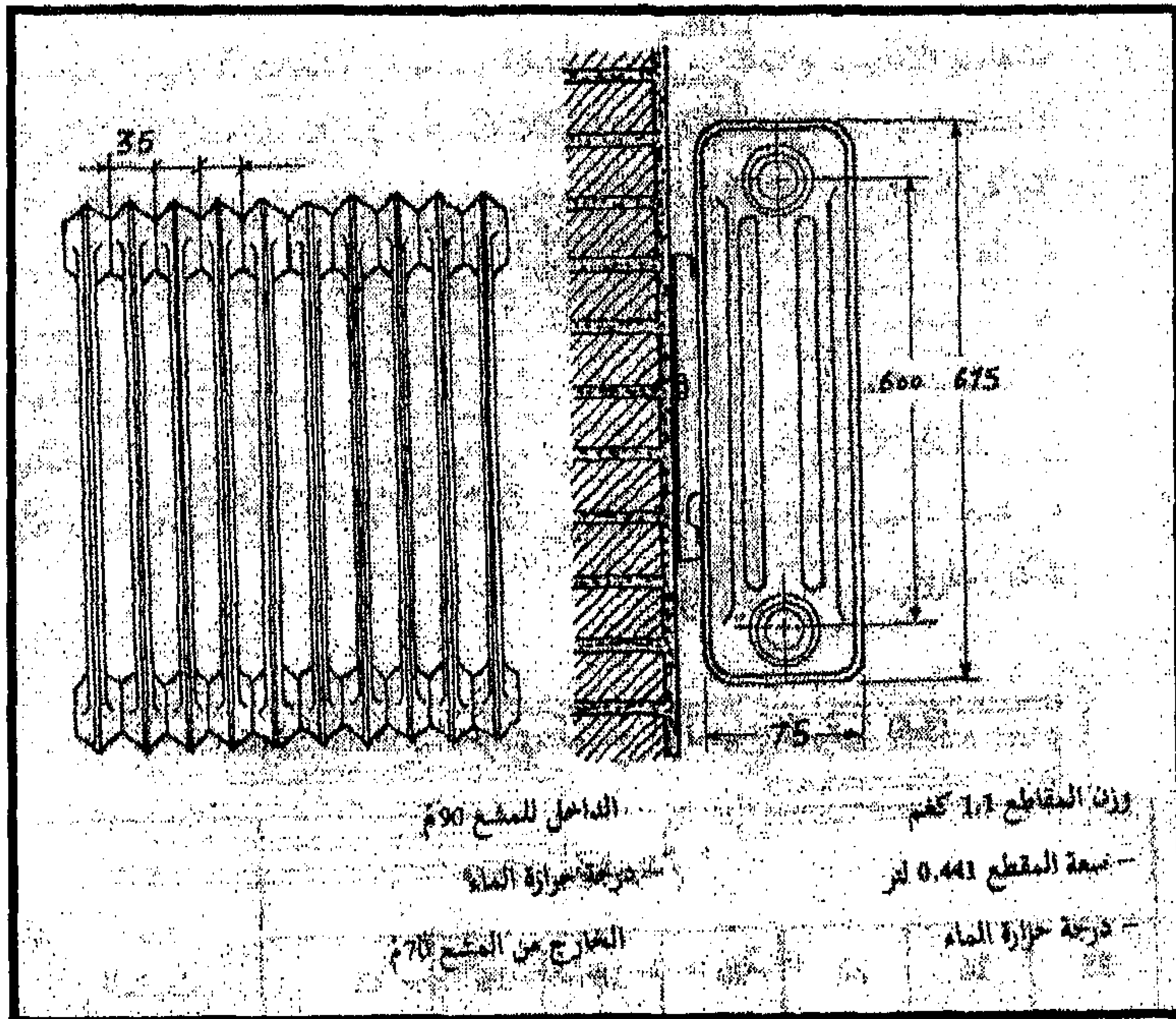
أشكال مختلفة من المشعات

ب. مشعات الصاج:

تصنع هذه المشعات من الحديد الصاج ويتم تجميعها وتركيبها بنفس الطريقة المتبعة في المشعات السكب ومنه ما يتم تصنيعه قطعة واحدة وتمتاز مشعات الصاج بخفة وزنها وسهولة تركيبها ومنظرها جميل وتكلفته اقل مقارنة من مشعات السكب وانه يسخن بسرعة.

ومن عيوبه سطح التبادل الحراري قليل وانه يبرد بسرعة وعمره قصير مقارنة مع مشعات السكب ويتعرض لعملية النقر والصدأ مما يؤدي إلى إتلافه.

ويراعى أن تدهن مشعات الصاج أو السكب بدهان حراري بالإضافة إلى دهان المصنع التأسيسي إذ أن ذلك يساعد الحرارة المنبعثة من المشع بخلاف الدهان المعدني اللامع الذي يقلل من خاصية الإشعاع.



ج. مشعات الألمنيوم:

تصنع هذه المشعات من معدن الألمنيوم على أشكال مختلفة وهي ذات مقاطع يتم تجميعها بنفس الطريقة المتبعة في مشعات السكب وتمتاز هذه المشعات بنفس الخصائص التي تمتاز بها مشعات الصاج إلا أن معدل كمية الحرارة المنبعثة من مشع الألمنيوم تزيد عن الحرارة المنبعثة من مشع الصاج وعمره طويل مقارنة مع مشع الصاج وانه يحتاج إلى دهان.

ومن عيوبه (تكلفته عالية ويفقد الحرارة بسرعة وسهولة كسرة مع الصدمات).

د. مشعات الأنابيب والملفات:

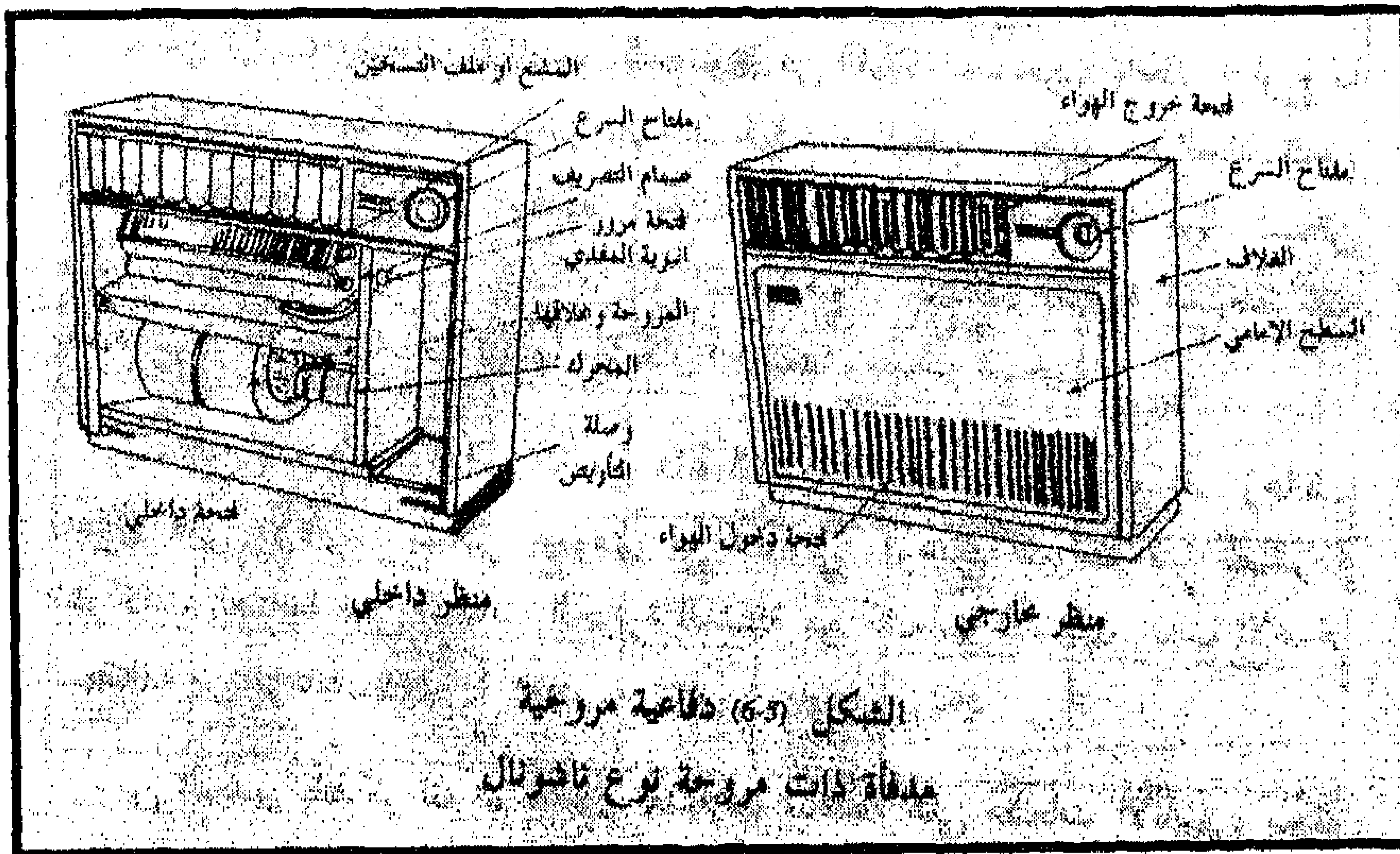
تعتبر التدفئة باستخدام مشعات الأنابيب محدودة الانتشار لأنها تشغل حيز كبير في المكان المدفأ كما أن لها منظر غير لائق كذلك فان ارتفاع درجة حرارتها يستدعي تركيبها في مكان مرتفع من الغرفة وتمتاز هذه المشعات بكفائتها العالية وسهولة صيانتها ويمكن تركيب هذه المشعات في الأماكن غير المأهولة مثل المستودعات والمشاتل الزجاجية أو المستشفيات والفنادق والمصانع.

ويمكن تركيب مشعات الأنابيب المصنوعة من الفولاذ المسحوب في الأرضيات أو الأسقف أو الجدران ويمكن زيادة الحرارة المنبعثة ومن هذه المشعات بتثبيت صفائح أو لف زعانف بشكل عمودي أو حلزوني ولحمها على الأنابيب وتثبيتها بطريقة الحشر ومن الجدير بالذكر انه تم إدخال تعديلات مختلفة على مشعات الأنابيب سواء العادية أو ذات الزعانف الفولاذية أو النحاسية أو الألمنيوم.

وذلك بتثبيتها داخل غلاف خارجي جميل له سطح عاكس خلفي مع عمل فتحات طويلة في أسفل الغلاف وفي أعلاه إضافة مروحة لتصبح عملية انتقال الحرارة بالحمل الجبري أو القسري وتسمى بالمشعات الحرارية الجبرية.

٥. المشعات الحرارية الجبرية:

تتكون من ملف الأنابيب المزعنفة ومروحة لتحريك الهواء في الحيز وتمريرة خلال ملف التسخين المزعنف ليحمل معه الحرارة المنبعثة من الماء الساخن بدورة كاملة ويتم التحكم بدرجة حرارة الهواء بواسطة منظم درجة الحرارة الذي يعمل على إغلاق وفتح محبس دخول الماء الساخن إلى الملف كما يتم التحكم بكمية وسرعة الهواء.



الشكل (6-3) دفاعية مروحية
مدفأة ذات مروحة نوع ناشونال

سدادة ذات شفة 40، 32، 25، 20، 150 مم
نقاصة سكب او حديد قابل للطرق
سدادة سداسية سكب ϕ 20 25 32 40 50 مم
ختم سن يمين ويسار (حديد قابل للطرق) ϕ 20،25،32،40،50 ملم
هواية ϕ 3، 6 ملم
هواية ϕ 3، 6 ملم
هواية ϕ 3 ملم
هواية ϕ 3 ملم
سدادة ذات هواية سكب ϕ 25، 32 ملم
ختم سداسي سن يميني وشمالي ϕ 25، 32
قضيب تجميع مشعات
حمالة ارضية
حمالة حائط
صمام زاوية
صمام بوابة

الشكل 5–10 القطع الخاصة بالمشعات



المبادل الحراري (السلندر) cylinder:

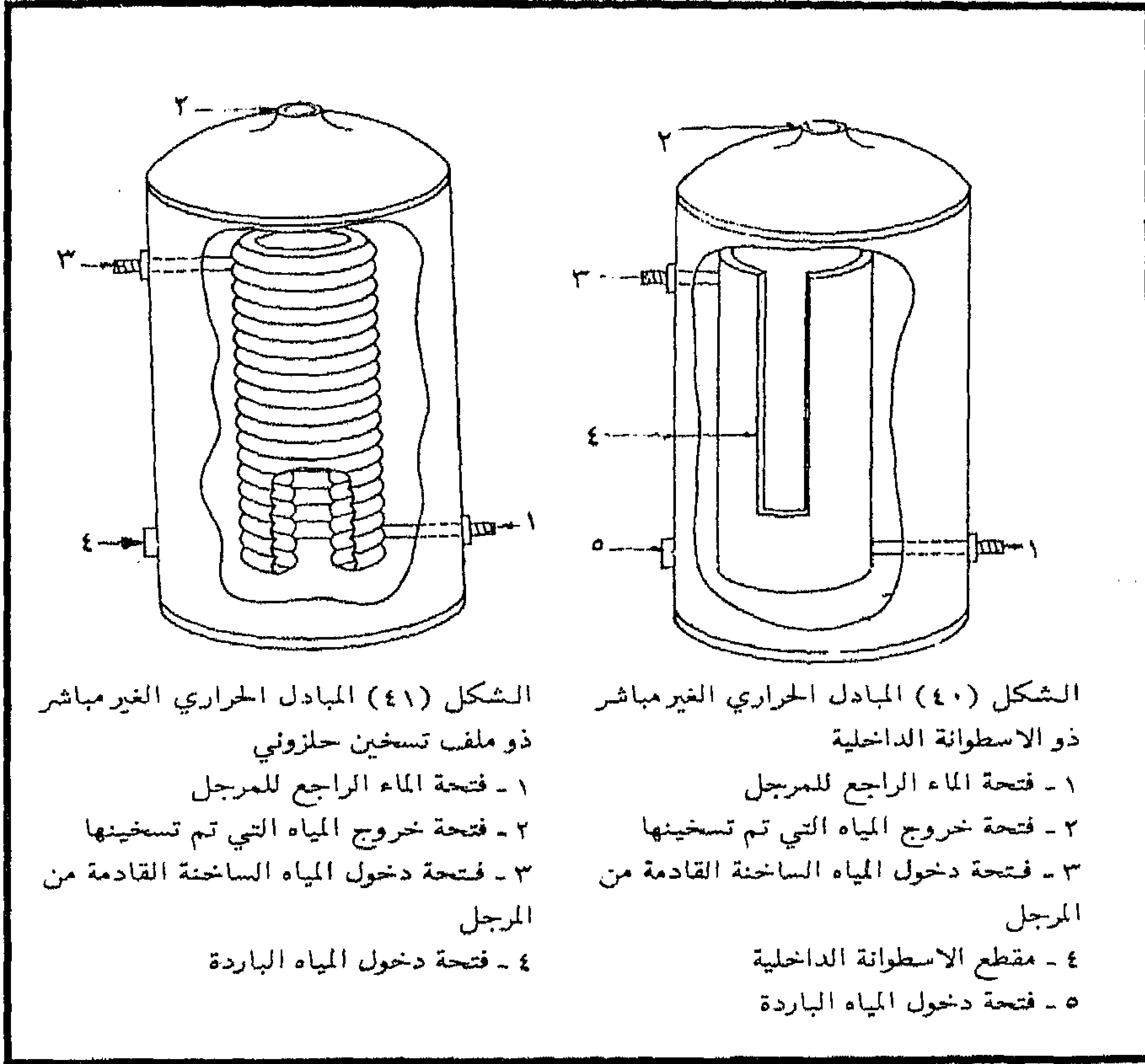
يستخدم السلندر لتسخين الماء النظيف لاستعمالات الإنسان الصحية، ويتكون السلندر من اسطوانتين واحدة داخل الأخرى ويدخل الاسطوانة الخارجية وسيط التدفئة (الماء الساخن) والاسطوانة الخارجية ماء من خزان التغذية يكون ماء نظيف بارد ويتم فيه انتقال الحرارة من وسط التدفئة إلى الماء النظيف وبالتالي يخرج من الاسطوانة الداخلية وسيط التدفئة بعد أن تم فقد الحرارة منه، ويخرج من الاسطوانة الخارجية ماء ساخن نظيف للاستعمالات الصحية.

ويراعى أن يكون السلندر مصنوع من مادة (stainless steel) الذي لا يصدأ أبدا ليبقى نظيف ويتحمل ضغط عالي أعلى من ضغط حديد الصاج وان يكون السلندر والأنابيب معزولة بشكل جيد لمنع تسرب الحرارة.

هناك نوعية من السلندرات وهي:

1. سلندر ذو الاسطوانتين

2. سلندر ذو الغلاف والأنابيب



الشكل (٤٠) المبادل الحراري الغير مباشر ذو الاسطوانة الداخلية
١ - فتحة الماء الراجع للمرجل
٢ - فتحة خروج المياه التي تم تسخينها
٣ - فتحة دخول المياه الساخنة القادمة من المرجل
٤ - مقطع الاسطوانة الداخلية
٥ - فتحة دخول المياه الباردة

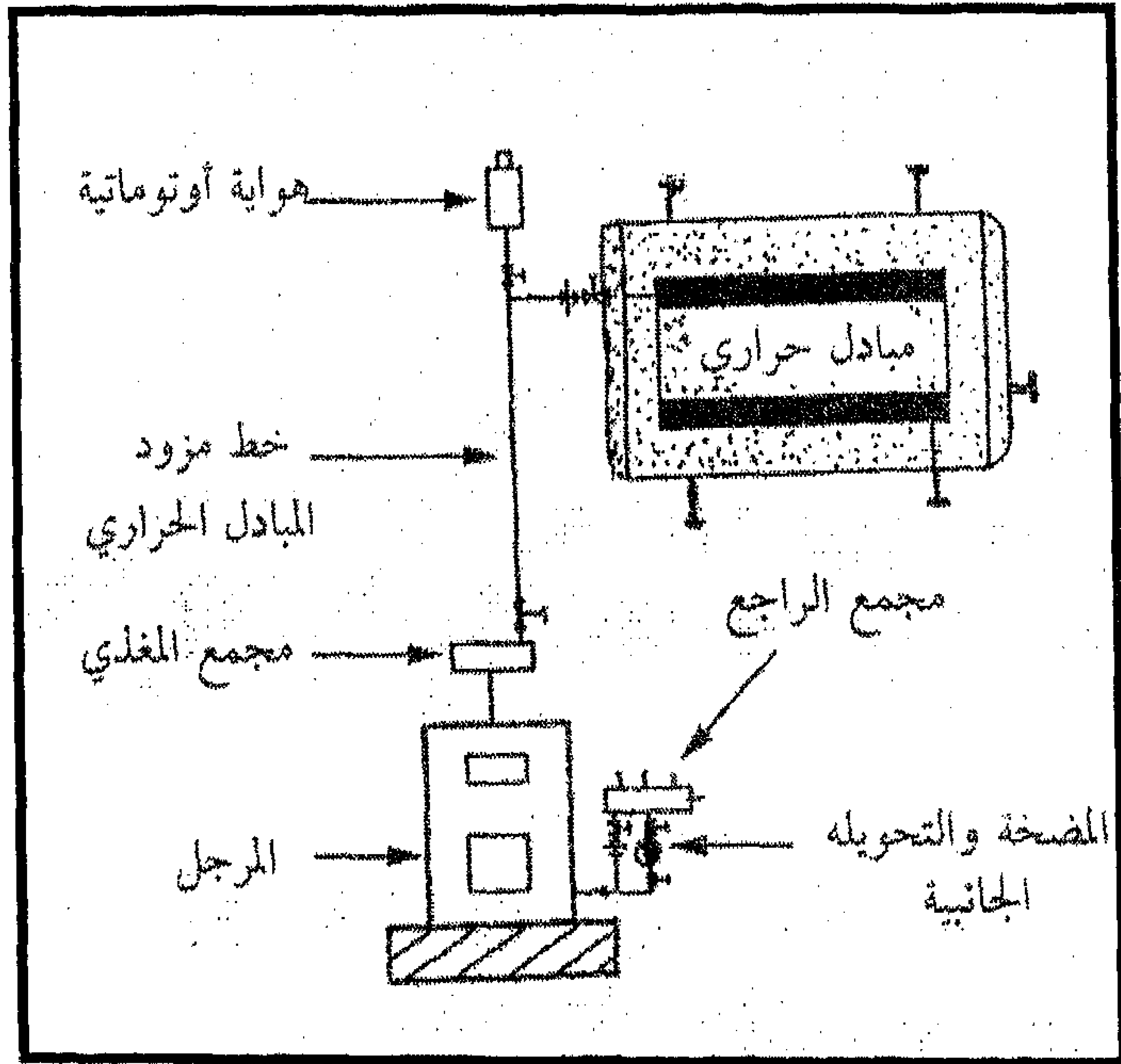
الشكل (٤١) المبادل الحراري الغير مباشر ذو ملف تسخين حلزوني
١ - فتحة الماء الراجع للمرجل
٢ - فتحة خروج المياه التي تم تسخينها
٣ - فتحة دخول المياه الساخنة القادمة من المرجل
٤ - فتحة دخول المياه الباردة

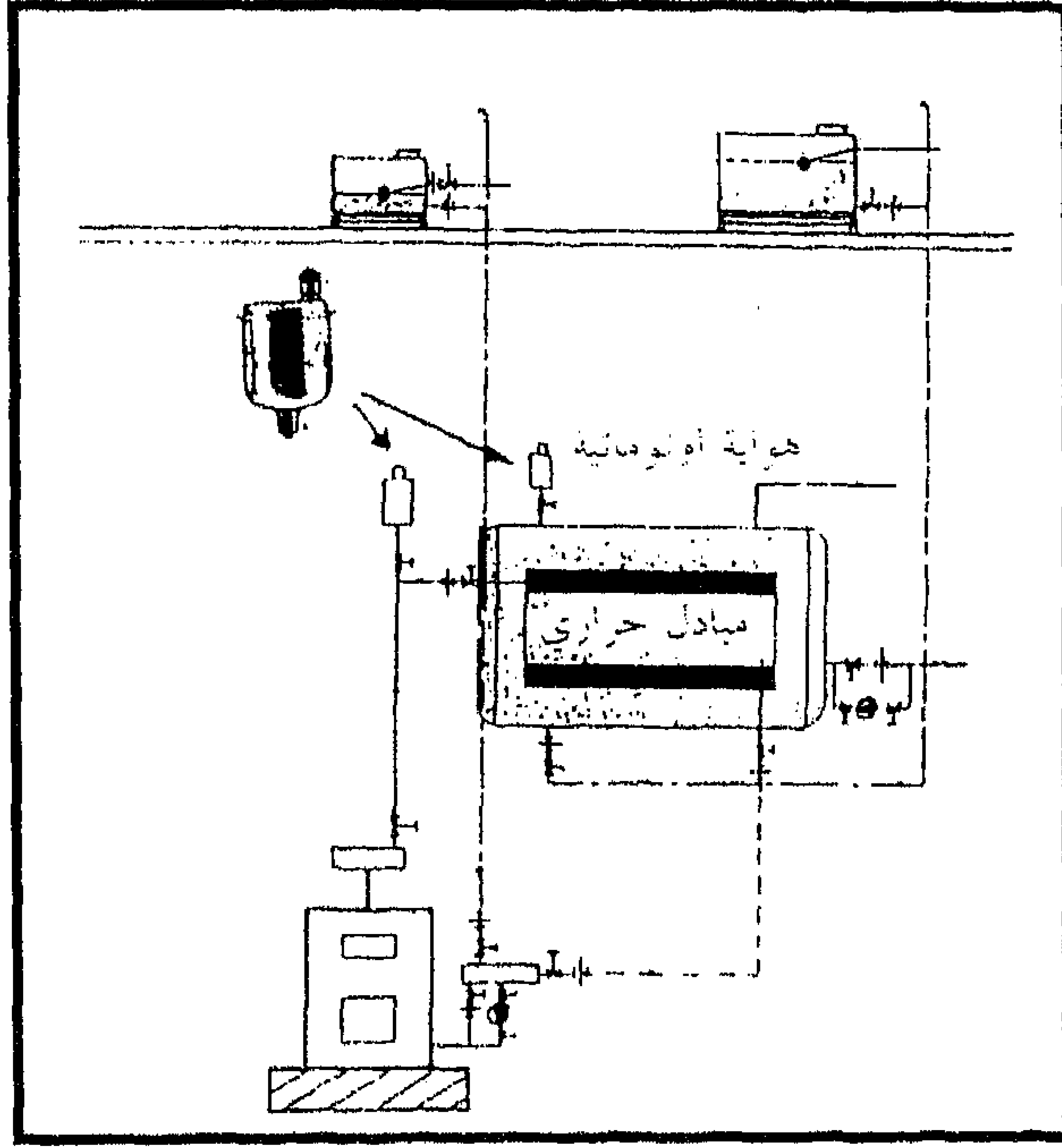
عند تركيب مرجل التدفئة المركزية، يجب أن يوزع منه خطوط عدة في اتجاهات مختلفة في البناء، مما يتطلب تركيب مجمعين: الأول للمياه الخارجية من المرجل، الثاني للمياه الراجعة لإعادة تسخينها. يذهب احد الخطوط التي تخرج من المجمع المغذي الى المبادل الحراري (Heat Exchanger) ويتكون هذا المبادل من اسطوانتين معدنيتين: الأول داخلية، يدخل إليها الماء الساخن القادم من المجمع المغذي، ليعود الى المجمع الراجع. والاسطوانة الثانية تحيط بالاسطوانة الأولى. يدخل إليها الماء البارد القادم من خزان الماء الرئيسي الموجود عادة في أعلى البناء، ويتبادل الحرارة مع الماء الساخن الموجود في الاسطوانة الأولى فيسخن ويخرج ليغذي المرافق الصحية داخل البناء.

ويحتوي البادل الحراري على الفتحات الاتية:

1. فتحة دخول المياه الساخنة القادمة من المرجل.
2. فتحة خروج المياه الراجعة الى المرجل.
3. فتحة تزويد المبادل بالمياه الصحية الباردة القادمة من خزان الماء البارد الرئيسي.
4. فتحة خروج المياه الصحية المسخنة الذاهبة الى المرافق الصحية داخل البناء.
5. فتحة خط راجع المياه الصحية المسخنة.
6. فتحة التهوية.

يركب المبادل الحراري داخل غرفة المرجل على حامل من الأنابيب, او على قضبان حديد زاوية, ويتم عزلة جيدا بأحكام بوساطة عازل حراري جيد.





طرق انتقال الحرارة من المبادلات:

1. انتقال الحرارة بالتوصيل:

يحدث انتقال الحرارة بالتوصيل بالتلامس المباشر بين جزيئات جسمين وتنتقل الحرارة من الجزيئات الحارة إلى الجزيئات الباردة الملامسة لها والأقل حرارة منها.

2. انتقال الحرارة بالحمل:

يحدث انتقال الحرارة بالحمل بوساطة عامل ثالث وذلك عندما يلامس الماء الساخن جسم المشع تنتقل الحرارة من الماء إلى جسم المشع وذلك بعلمية انتقال الحرارة بالتوصيل وعند مرور تيار من الهواء على جسم المشع يكتسب الهواء الحرارة وهناك طريقتان لانتقال الحرارة بالحمل:

أ. انتقال الحرارة بالحمل الطبيعي أو الحر.

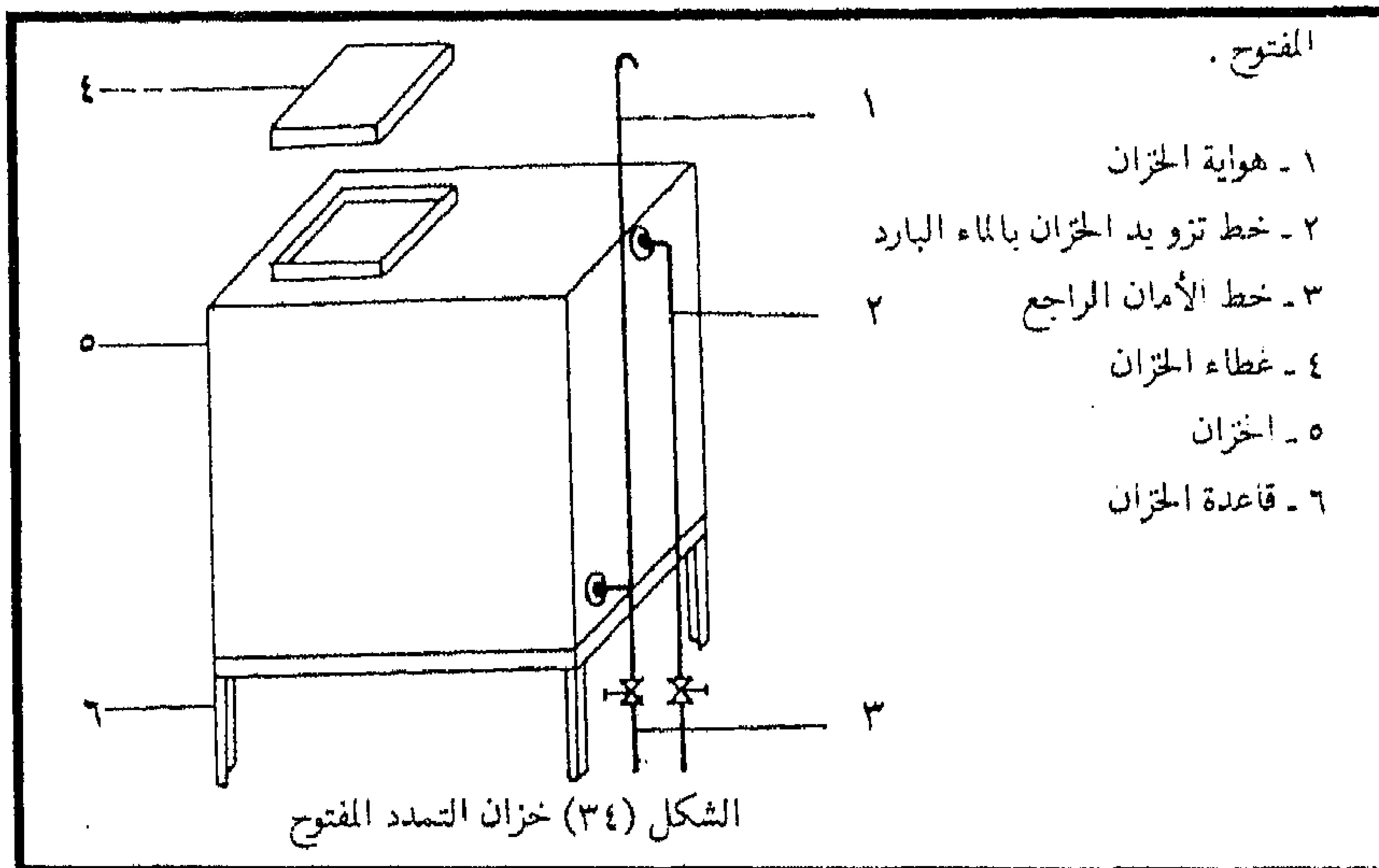
ب. انتقال الحرارة بالحمل الجبري أو القسري.

3. انتقال الحرارة بالإشعاع:

تتم عملية انتقال الحرارة بالإشعاع عن طريق فقد السطح ذو درجة الحرارة المرتفعة إلى المكان المحيط به والأقل درجة حرارة بواسطة أشعة حرارية منبعثة منه والشمس اكبر مثال على انتقال الحرارة بالإشعاع.

خزان التمدد المفتوح:

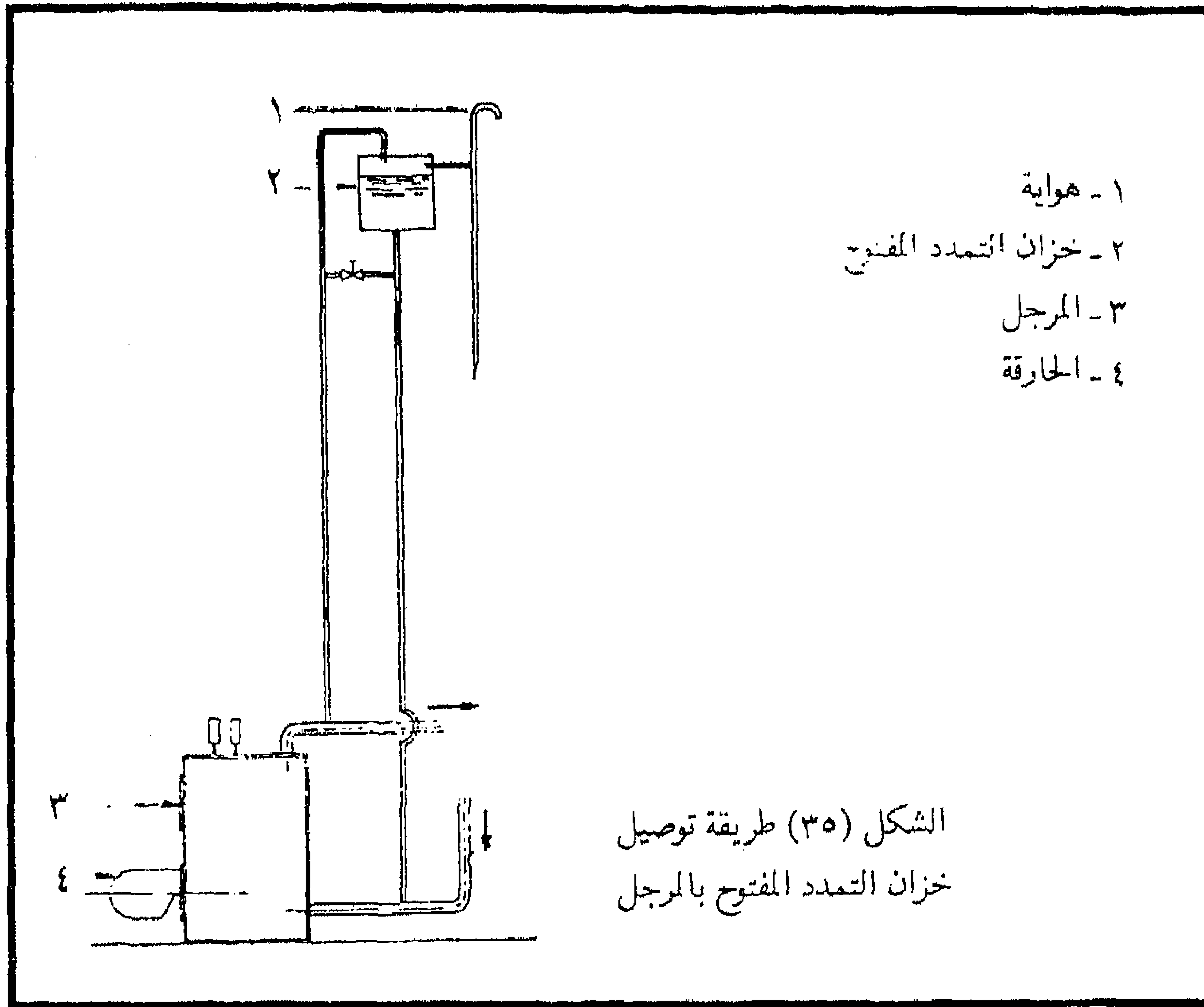
خزان التمدد المفتوح يمثل نقطة اتصال مياه شبكة التدفئة المركزية بالضغط الجوي وظيفة استيعاب الزيادة في حجم الماء الناتج عن التمدد بسبب تسخين وتزويد شبكة التدفئة بالماء المفقود عن التبخر وأعمال الصيانة وللخزان أحجام مختلفة تعتمد على المحتوى المائي لشبكة التدفئة، ويبين الشكل خزان التمدد المفتوح.



الشكل (٣٤) خزان التمدد المفتوح

تركيب خزان التمدد المفتوح:

يتم تركيب خزان التمدد المفتوح في نظام التدفئة المركزية على قاعدة من الزوايا الحديدية يتم أعدادها لهذا الغرض على إن يكون الخزان فوق أعلى منبع حراري لنظام التدفئة المركزية ويبين الشكل توصيل خزان التمدد المفتوح بالمرجل.

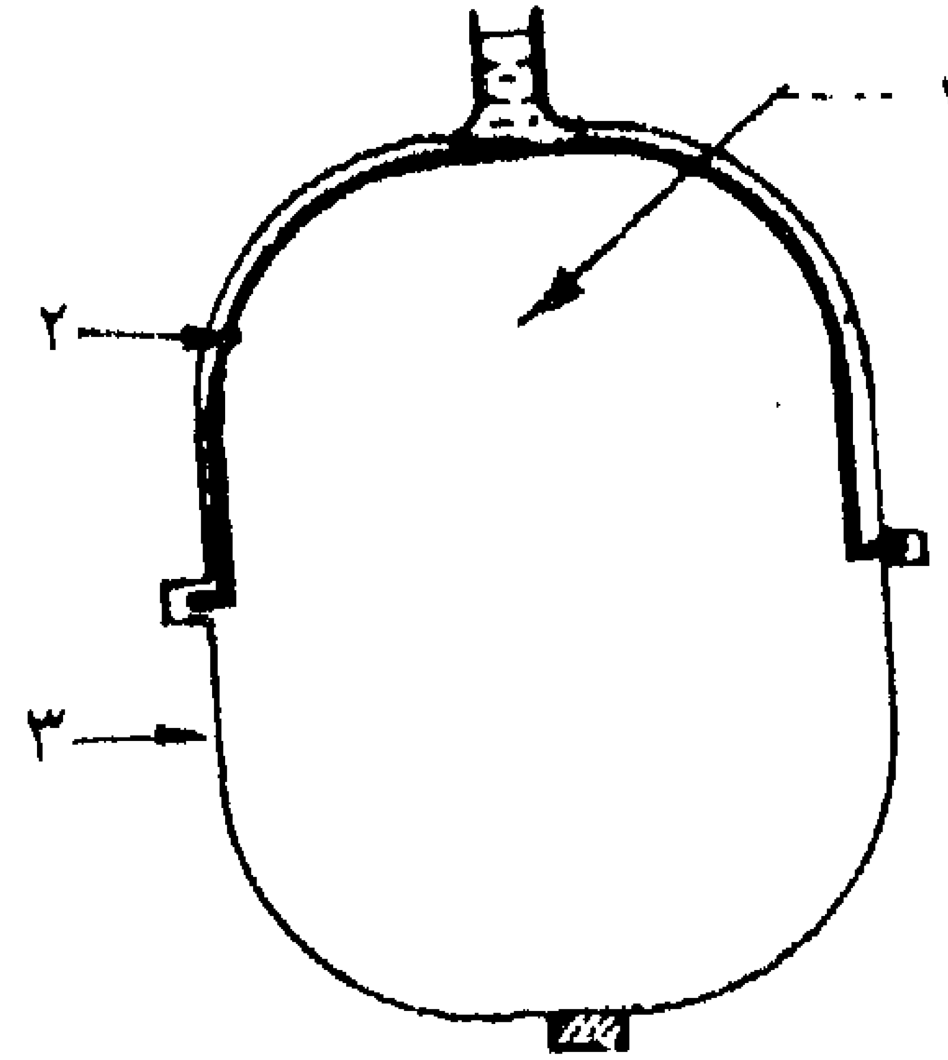


الشكل (٣٥) طريقة توصيل خزان التمدد المفتوح بالمرجل

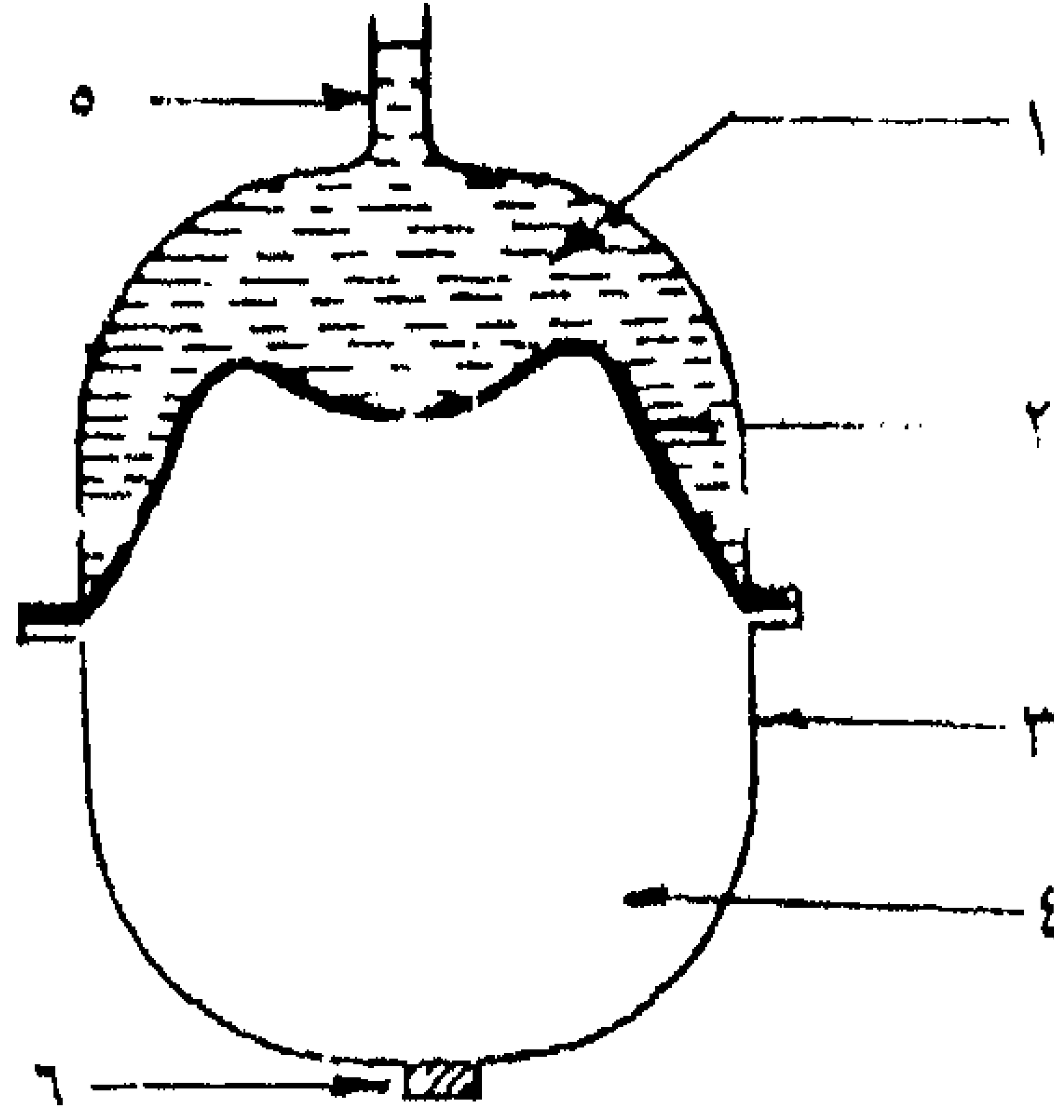
خزان التمدد المغلق:

خزان التمدد المغلق عبارة عن وعاء بداخله غشاء مرن يقسمه إلى جزأين، الجزء الأول مليء بالهواء او النيتروجين والجزء الثاني من مياه شبكة التدفئة بالضغط الداخلي للواء وظيفته استيعاب الزيادة في حجم الماء الناتج عن التمدد بسبب تسخين المياه.

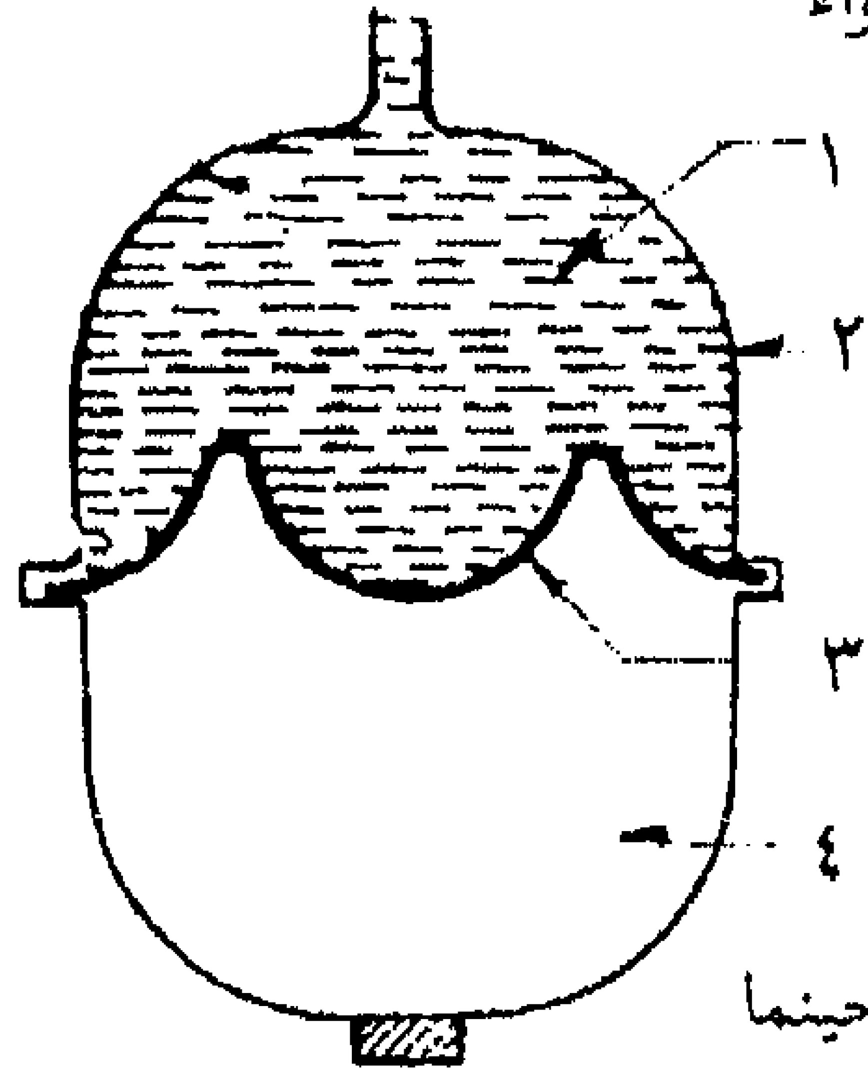
عندما يتم تشغيل المرجل ودرجة حرارة الماء ترتفع، يتمدد الماء ويرفع الغشاء المرن في خزان التمدد المغلق ويضغط الهواء بداخله وبذلك يتم استيعاب التمدد الحاصل في مياه شبكة التدفئة وعندما يقف المرجل عن العمل ويبرد الماء يعود الغشاء الى وضعه الطبيعي، ويبين الشكل (36) خزان التمدد المغلق وموقع الغشاء قبل تشغيل المرجل أما الشكل (37) فيبين حركة الغشاء في داخل خزان التمدد المغلق لاستيعاب الزيادة في حجم الماء الناتج عن التمدد كما ويبين الشكل (38) موقع الغشاء فيما تصل درجة حرارة الماء الحد الأعلى.



الشكل (٣٦) خزان التمدد المغلق وموقع الغشاء المطاطي قبل تشغيل نظام التدفئة
١ ـ الهواء أو غاز النيتروجين
٢ ـ الغشاء المرن (المطاطي)
٣ ـ خزان التمدد المغلق



الشكل (٣٧) يبين حركة الغشاء في داخل خزان التمدد المغلق لاستيعاب الزيادة في حجم الماء الناتج عن التمدد
١ ـ الماء الذي تم استيعابه نتيجة ارتفاع الضغط في المرجل
٢ ـ الغشاء المرن (المطاطي)
٣ ـ خزان التمدد المغلق
٤ ـ الهواء
٥ ـ فتحة وصل الخزان بالمرجل
٦ ـ فتحة تثبيت مؤشر (ساعة) مقياس ضغط الهواء

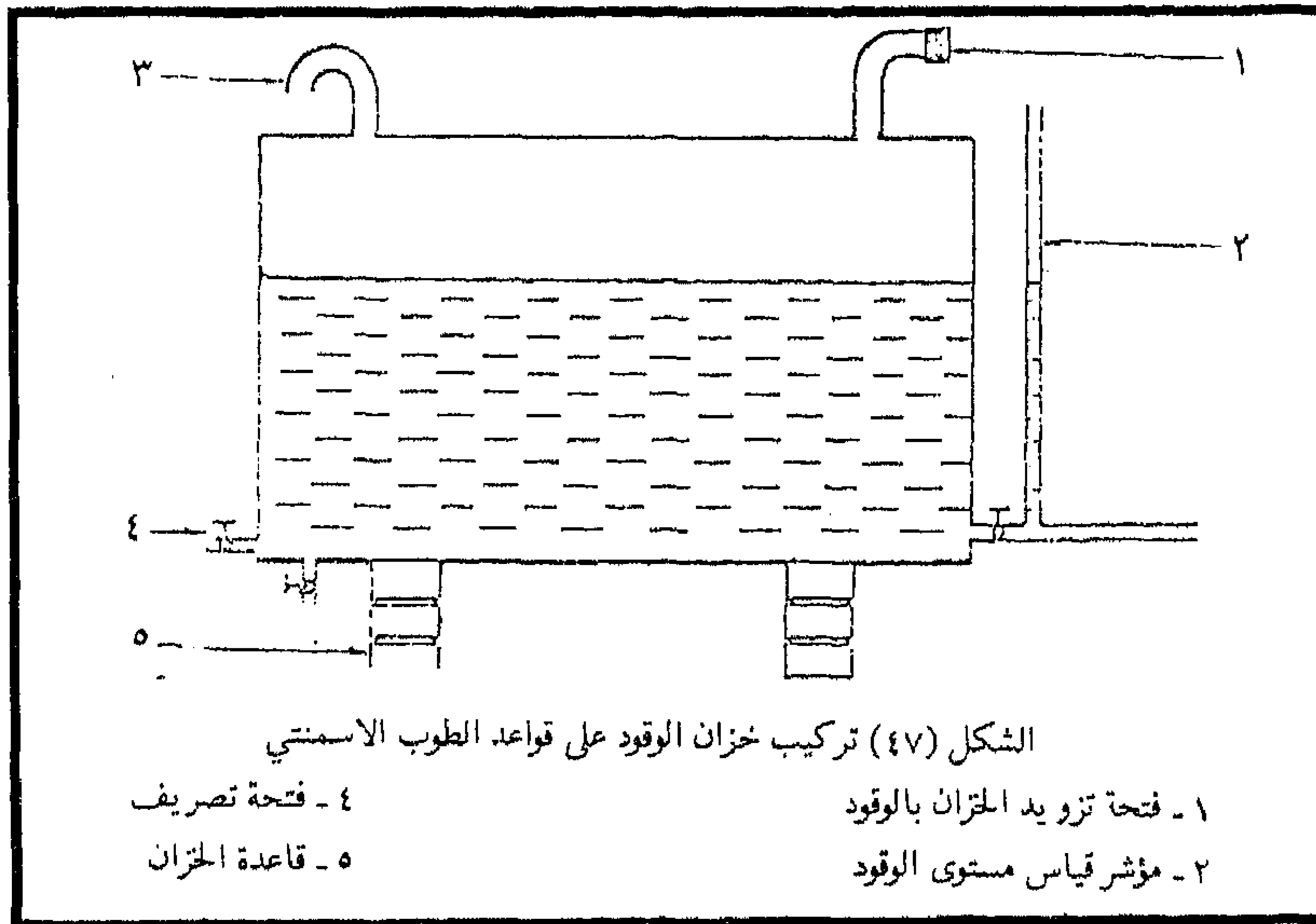


١ ـ الماء الساخن
٢ ـ خزان التمدد المغلق
٣ ـ الغشاء المرن (المطاطي)
٤ ـ الهواء

الشكل (٣٨) يبين موقع الغشاء وحينما تصل درجة حرارة الماء الحد الأعلى

خزان الوقود:

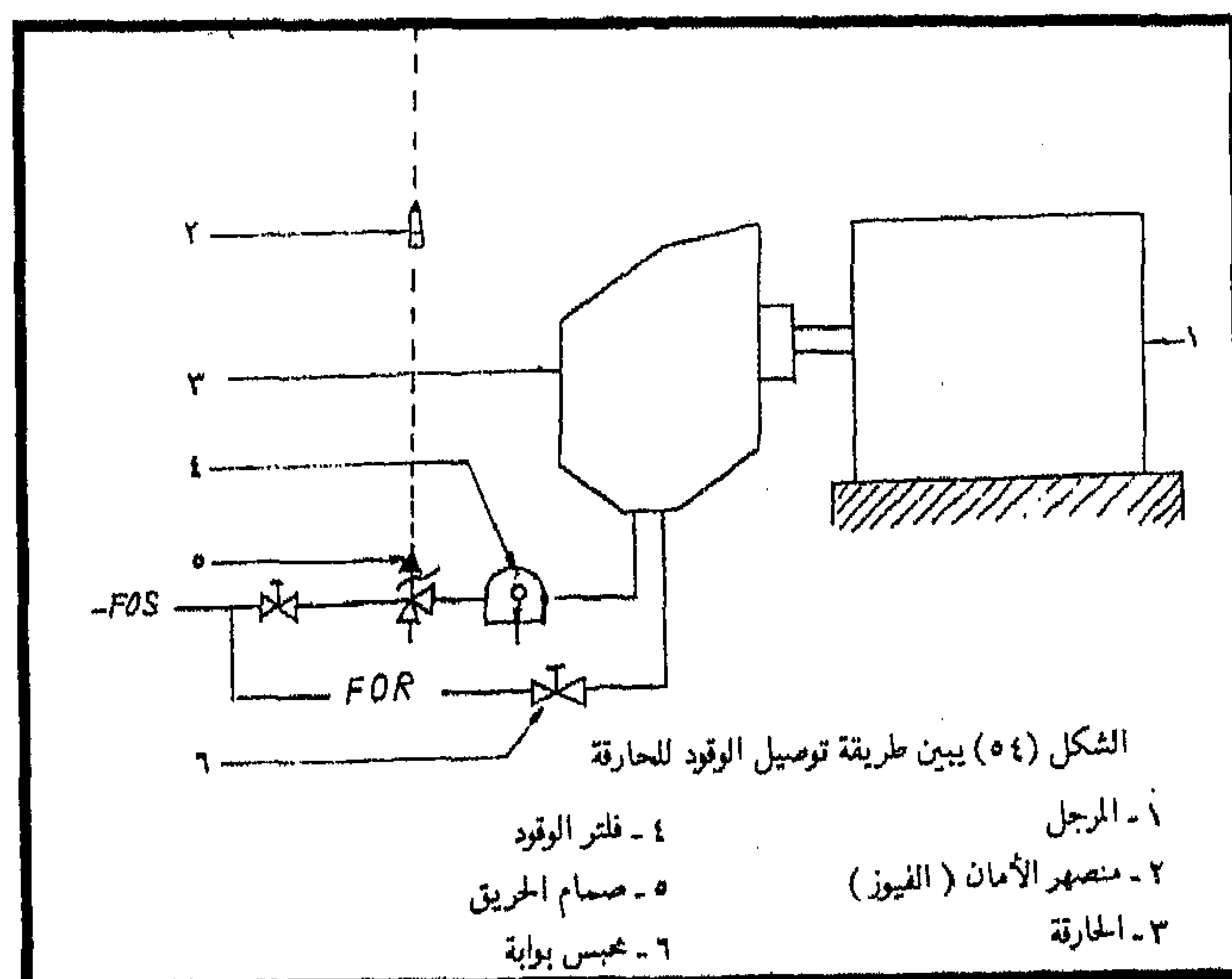
خـزان الوقـود عبـارة عـن خـزان يـتم تعبئـة بـالوقود لتزويـد حارقـة المرجـل بالوقود اللازم ولفترة كافية من الزمن على قواعد إسمنتية او من الزوايا الحديديـة ويبين الشكل خزان الوقود وقد تم تركيبة على قواعد إسمنتية.



الشكل (٤٧) تركيب خزان الوقود على قواعد الطوب الاسمنتي

١ - فتحة تزو يد الخزان بالوقود
٢ - مؤشر قياس مستوى الوقود
٤ - فتحة تصريف
٥ - قاعدة الخزان

توصيل الوقود بالحارقة:



الشكل (٥٤) يبين طريقة توصيل الوقود للحارقة

١ - المرجل
٢ - منصهر الأمان (الفيوز)
٣ - الحارقة
٤ - فلتر الوقود
٥ - صمام الحريق
٦ - محبس بوابة

توصيل خزانات الوقود:

بعد تركيب خزان الوقود على القاعدة المعدة مسبقاً لهذا الغرض ، يتم توصيل خزان الوقود بالحارقة ، و يبين الشكل (٥٠) خزان الوقود الدائري وقد تم تركيبه على قاعدة فوق سطح الأرض وطريقة توصيله بالحارقة .

١ ـ الحارقة
٢ ـ الخط المزود والراجع للوقود
٣ ـ هواية الخزان
٤ ـ فتحة تزويد الخزان بالوقود
٥ ـ خزان الوقود
٦ ـ محبس
٧ ـ فلتر الوقود

الشكل (٥٠) خزان الوقود الدائري وطريقة توصيله بالحارقة

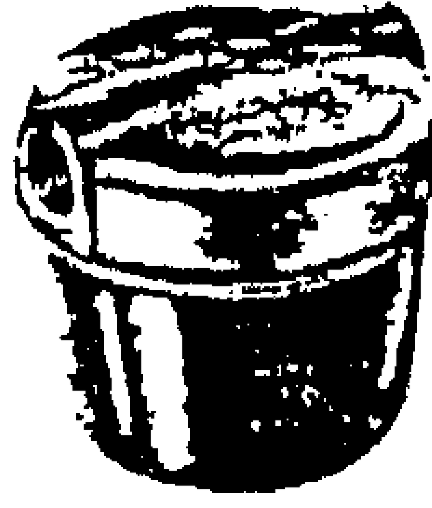
و يبين الشكل (٥١) خزان الوقود متوازي المستطيلات وقد تم تركيبه على قاعدة فوق سطح الأرض وطريقة توصيله بالحارقة .

١ ـ هواية الخزان
٢ ـ فتحة تزويد الخزان بالوقود
٣ ـ فلتر الوقود
٤ ـ خزان الوقود
٥ ـ محبس
٦ ـ فلتر الوقود
٧ ـ المرجل
٨ ـ الحارقة
٩ ـ الخط المزود والراجع للوقود

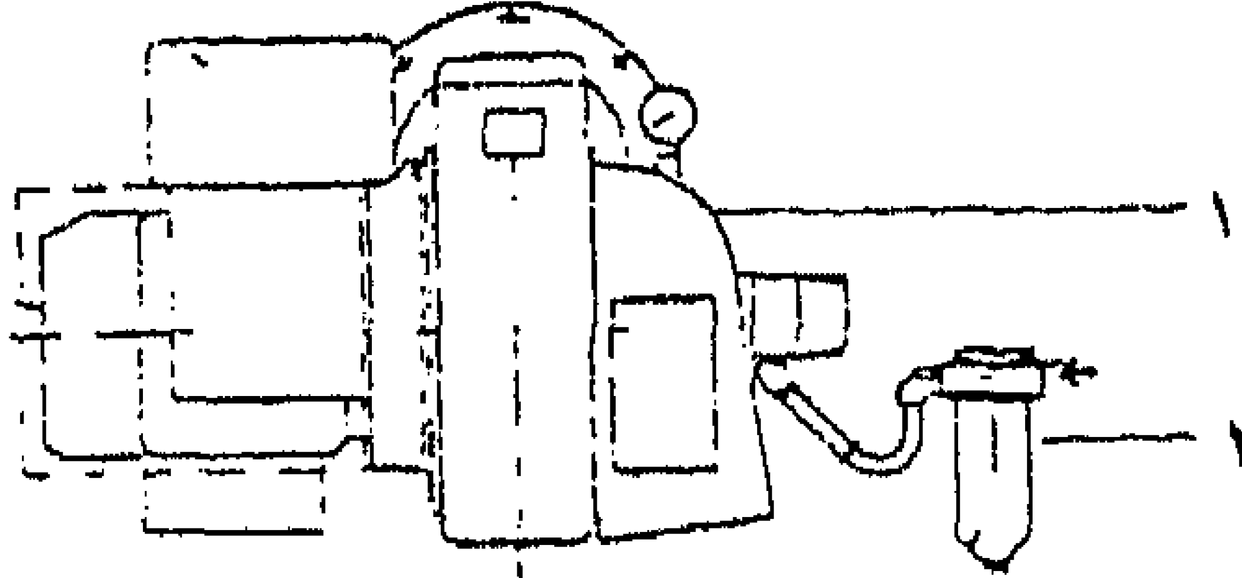
الشكل (٥١) خزان الوقود متوازي المستطيلات وطريقة توصيله بالحارقة

٤ - ٣ فلاتر الوقود :

يتـم تركيب فلتر الوقود على خط الوقود المغذي للحارقة وذلك لمنع الأوساخ والترسبات الموجودة في الوقود من الوصول إلى مضخة وقود الحارقة و بالتالي إلى فوهة الزر (الفالة) و يبين الشكل (٥٥) فلتر الوقود كما يبين الشكل (٥٦) فلتر الوقود وقد تم وصله بالحارقة .



الشكل (٥٥) يبين فلتر الوقود



١ - الحارقة

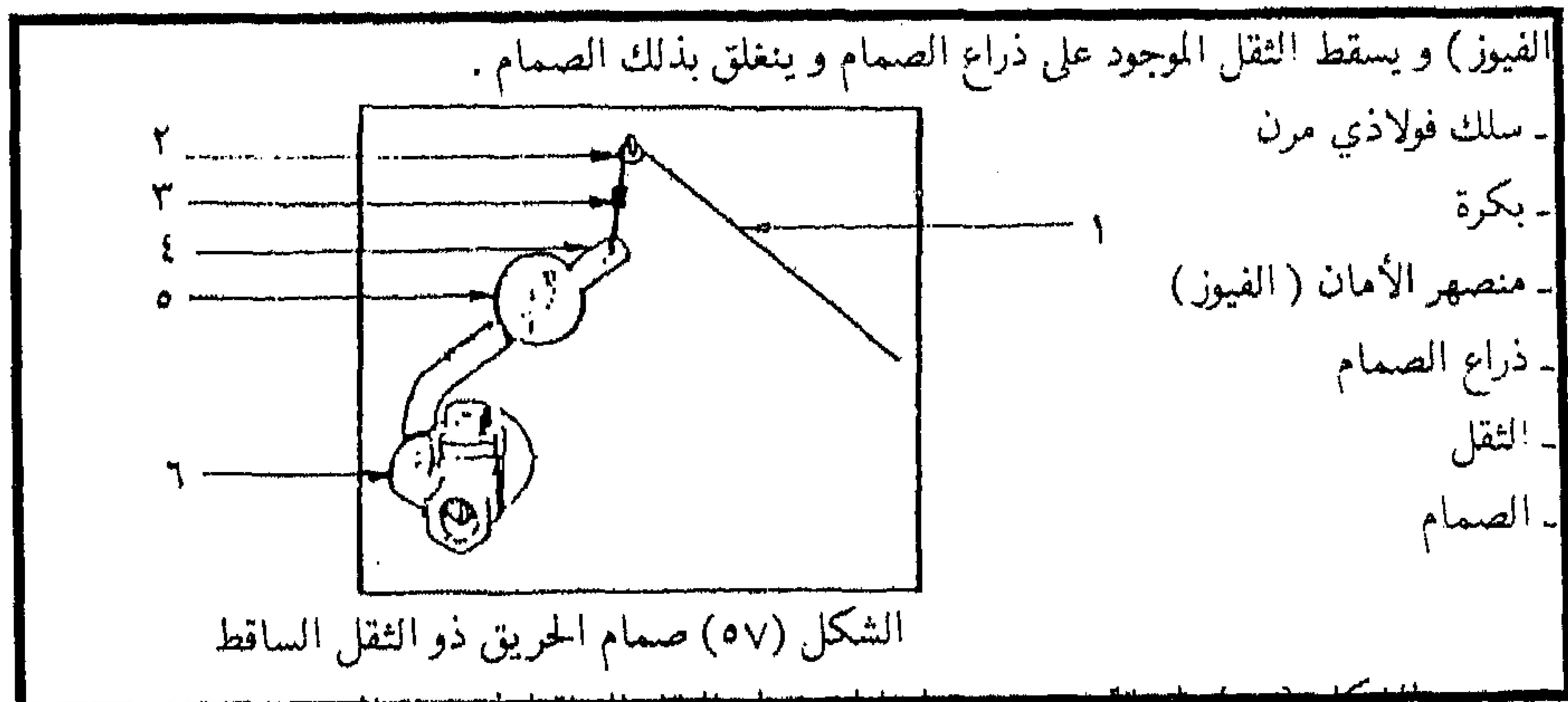
٢ - فلتر الوقود

الشكل (٥٦) فلتر الوقود وقد تم وصله بالحارقة

صمام الحريق:

يتم تركيب صمام الحريق على خط الوقود المغذي للحارقة وذلك لقطع الوقود عن الحارقة في حالة نشوب حريق في المرجل أو بالقرب من المرجل.

ويوجد نوعان رئيسيان من صمامات الحريق وهما صمام الحريق الكهرومغناطيسي وصمام الحريق ذو الثقل الساقط أو الزمبركي، وسنتطرق هنا إلى صمام الحريق ذو الثقل الساقط المبين في الشكل (57) حيث في حالة نشوب الحريق ينصهر منصهر الإمام.

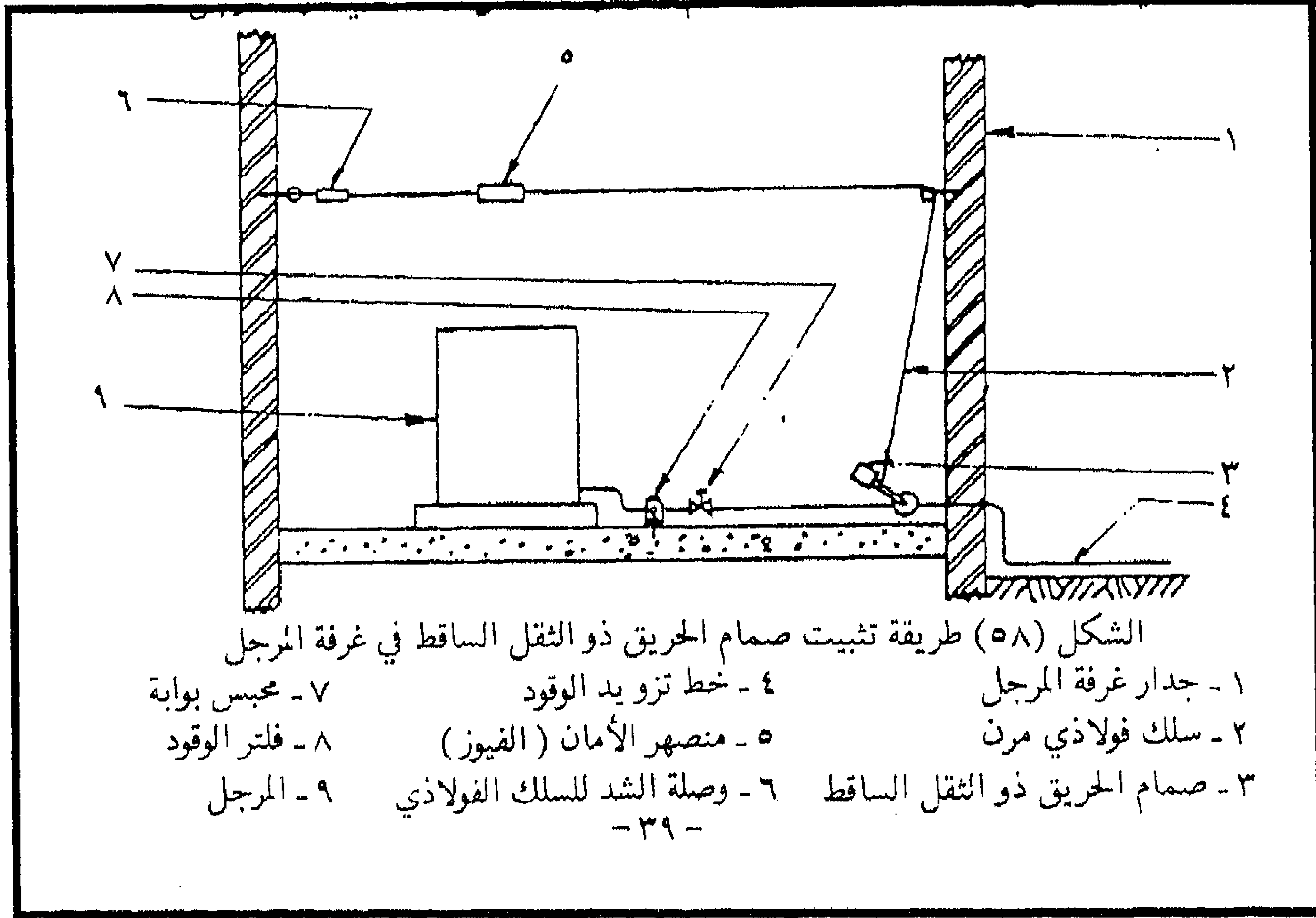


الفيوز) و يسقط الثقل الموجود على ذراع الصمام و ينغلق بذلك الصمام .

- سلك فولاذي مرن
- بكرة
- منصهر الأمان (الفيوز)
- ذراع الصمام
- الثقل
- الصمام

الشكل (٥٧) صمام الحريق ذو الثقل الساقط

ويبين الشكل (58) طريقة تثبيت صمام الحريق ذو الثقل الساقط في غرفة المرجل



الشكل (٥٨) طريقة تثبيت صمام الحريق ذو الثقل الساقط في غرفة المرجل

١ - جدار غرفة المرجل ٤ - خط تزو يد الوقود ٧ - محبس بوابة
٢ - سلك فولاذي مرن ٥ - منصهر الأمان (الفيوز) ٨ - فلتر الوقود
٣ - صمام الحريق ذو الثقل الساقط ٦ - وصلة الشد للسلك الفولاذي ٩ - المرجل

أجهزة قياس المستوى:

قياس مستوى الوقود يفيد في معرفة مقدار الوقود المخزون او المتبقي في خزان الوقود بهدف اتخاذ الأجراء اللازم حسبما تتطلبه أغراض التشغيل، وهنالك أنواع كثيرة من هذه الأجهزة سنتطرق منها إلى:

1. زجاجة القياس عبارة عن زجاجة على شكل أنبوب يتصل مع داخل الخزان المراد قياس مستوى الوقود فيه عن طريق أنبوبي وصل أحدهما من أدنى نقطة يمكن للوقود وصولها والأخر من أعلى نقطة يمكن للوقود وصولها. كما هو مبين في الشكل (48) تعمل هذه الزجاجة بنظرية الأواني المستطرقة أي أن اتصالها مع الخزان المراد قياس مستوى الوقود فيه وذلك بقياس مستوى الوقود بالزجاجة، ويتم ذلك عن طريق تدريج بجانب الزجاجة يمكن معرفة مستوى الوقود بالخزان.

2. القياس ذو العوامة والحبل المعدني:

عبارة عن عوامة من الفولاذ الذي لا يصدأ تطفو على سطح الوقود في خزان الوقود تتحرك هذه العوامة إلى الأعلى والى الأسفل حسب ارتفاع وانخفاض مستوى سطح الوقود في الخزان. تربط هذه العوامة بواسطة حبل معدني من الفولاذ الذي لا يصدا يلف الحبل حول بكرة او اثنتين على النهاية الأخرى يثبت ثقل يتحرك فوق تدريج يعطي مستوى سطح الوقود في الخزان، ويراعي هنا أن القراءات على التدريج تتصاعد كلما اتجهنا إلى الأسفل لضمان عدم تأثير العوامة بحركة الوقود في الخزان مما يسبب حركتها الأفقية على سطح الوقود يوجد موجهان تحدد مسار العوامة بحيث تسمح بالحركة العمودية فقط. ويبين الشكل (49) ذو العوامة والحبل المعدني.

المضخات:

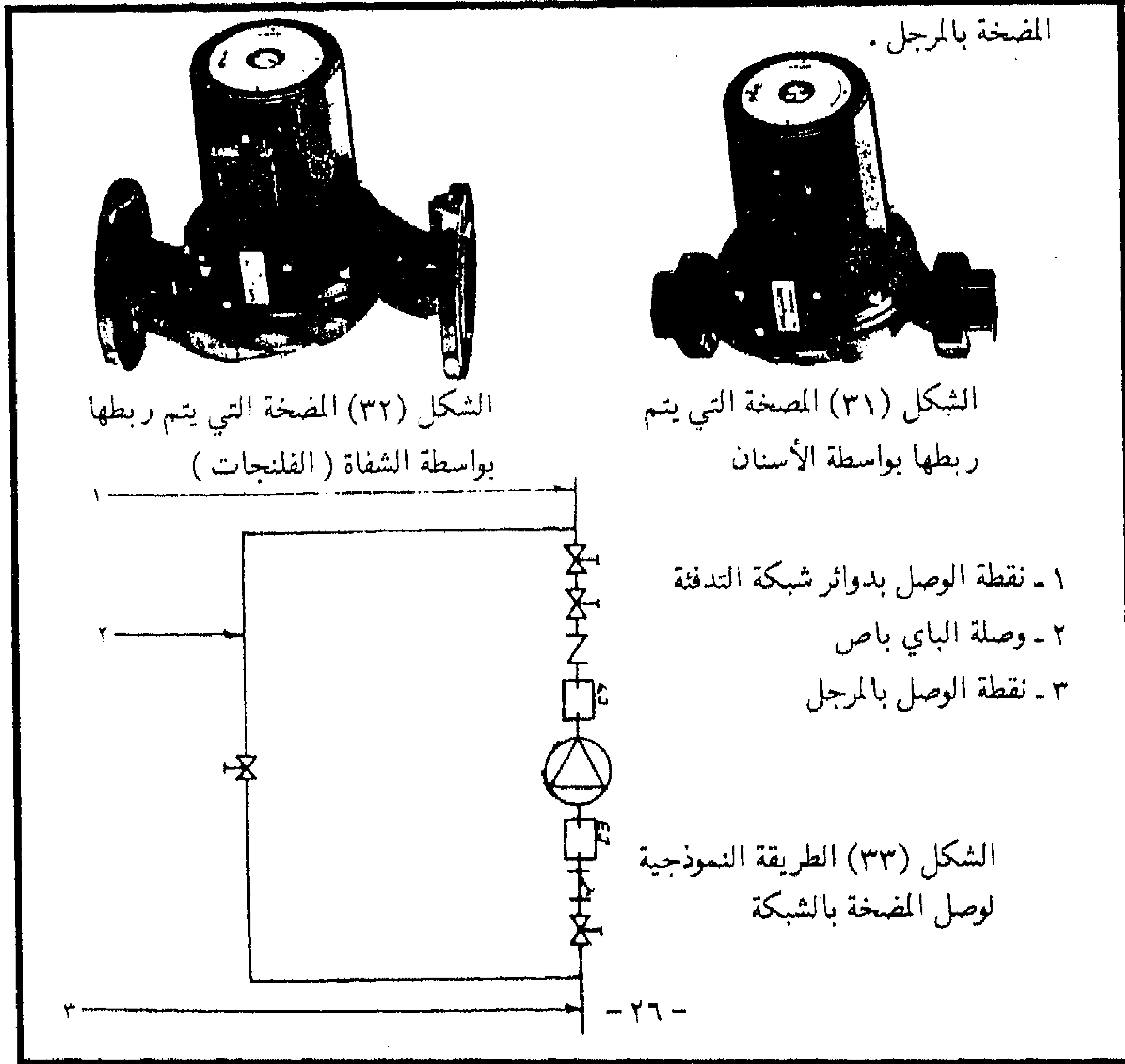
إغراض استعمال المضخات:

تستعمل المضخات بشكل عام لرفع السوائل من مستوى الى مستوى أعلى او نقلها من مكان الى أخر. ويتم ذلك عن طريق تدوير فراش المضخة بواسطة محرك كهربائي وذلك لتوليد ضغط داخل المضخة يكفي لتغلب على الاحتكاك الذي يصادف داخل الأنابيب.

مضخة التدفئة (مضخة الماء الساخن):

وظيفة المضخة في شبكة التدفئة هي تدوير وتحريك الماء الساخن وتزويد دوائر شبكة التدفئة بكمية (الماء الساخن) الحرارة اللازمة لكل منها. وهناك أنواع وأشكال مختلفة من المضخات لكن الأكثر شيوعا هي مضخة الطرد المركزي.

يتم ربط المضخة بالمرجل بواسطة الأسنان وأما بواسطة الفلنجات كما يظهر بالشكلان



الشكل (٣٢) المضخة التي يتم ربطها بواسطة الشفاة (الفلنجات)

الشكل (٣١) المضخة التي يتم ربطها بواسطة الأسنان

الشكل (٣٣) الطريقة النموذجية لوصل المضخة بالشبكة

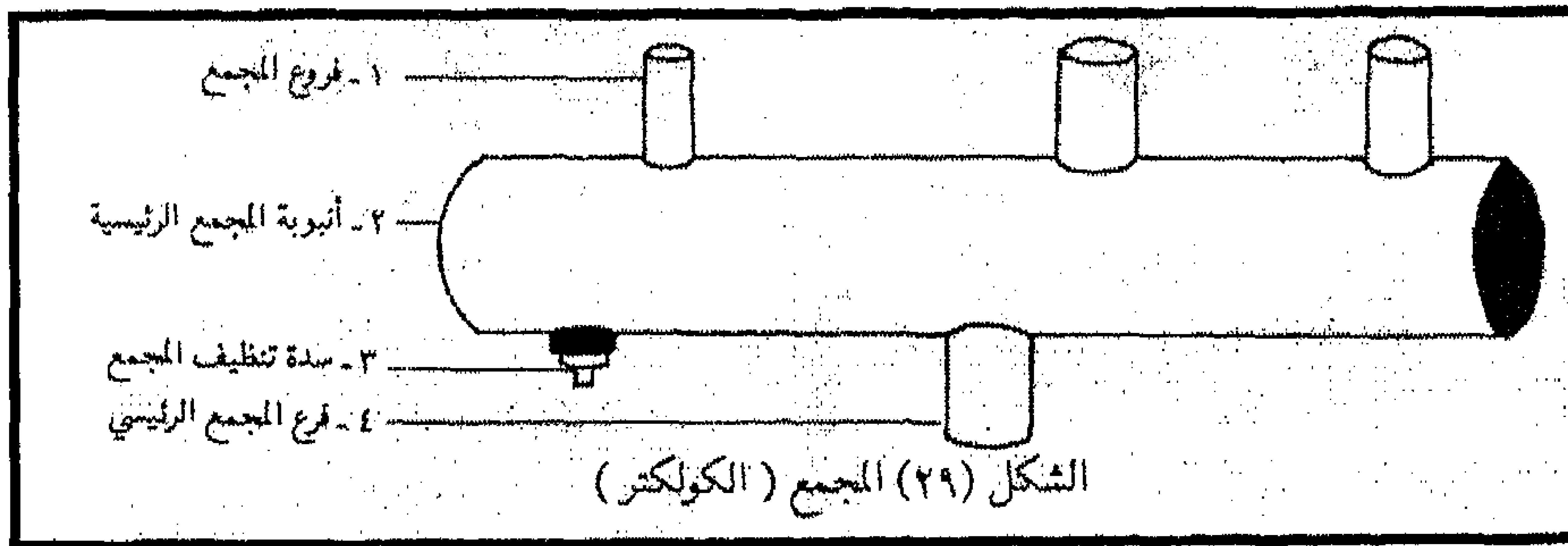
الأمور الواجب مراعاتها عند تركيب المضخات:

- التقيد بتعليمات الشركة الصانعة بخصوص تشحيم وحدات الضخ قبل التشغيل
- أن يتم تركيب المضخة بحيث أن يكون جريان الماء باتجاة السهم المبين على المضخة.
- تركب بحيث يتم أجراء عمليات الصيانة بسهولة ودون إعاقة
- أن يركب صمام (محبس) بوابة على خط دفع المضخة وصمام أخر على خط السحب لأغراض الصيانة.

- في حالة تدفئة المنازل يراعى تركيب خط تحويل (بأي باص) مع صمام على المضخة.
- يجب التأكد من تطابق المواصفات الكهربائية المسجلة على المحرك مع مواصفات التيار المتوفر في الموقع.
- قبل تنظيف المضخة يجب تنظيف شبكة الأنابيب جيدا بالماء وذلك لتخلص من الأوساخ والرايش وغيرها من المواد.
- تركيب مصافي على خطوط السحب للمضخات.

المجمعات (الكولكترات):

المجمع عبارة عن أنبوبة ذات أفرع تخدم دوائر شبكات التدفئة وتستخدم لتوزيع او تجميع المياه الساخنة من و الى المرجل وتزويد دوائر شبكة التدفئة باحتياجاتها من المياه الساخنة كما وتستخدم هذة التجمعات لتسهيل صيانة وتحكم وتنظيم دوائر شبكات التدفئة بدون توقف.



الشكل (٢٩) المجمع (الكولكتر)

المداخن:

تقوم المدخنة بنقل غازات الاحتراق الى أعلى ارتفاع من المباني المجاورة لتفادي أية إضرار للمجاورين ويودي ذلك بالتالي الى سحب الهواء اللازم لإحراق الوقود في غرفة احتراق المرجل.ومن ثم فان حصول عملية السحب بشكل محسوب من شانة أن يودي الى تنظيم عملية الاحتراق والتغلب على المقاومة التي يلاقيها الهواء وغازات الاحتراق الصاعدة في المدخنة. وتتم عملية السحب هذة اما بشكل الى او بشكل طبيعي.

السحب الآلي:

يمكن الحصول على السحب الالي عن طريق تركيب مروحة لدفع الهواء الى غرفة الاحتراق وذلك بتركيب مروحة بالقرب من قاعدة المدخنة تسحب الهواء الى داخل غرفة الاحتراق وبالتالي تمر غازات الاحتراق الى الأعلى عبر المدخنة.

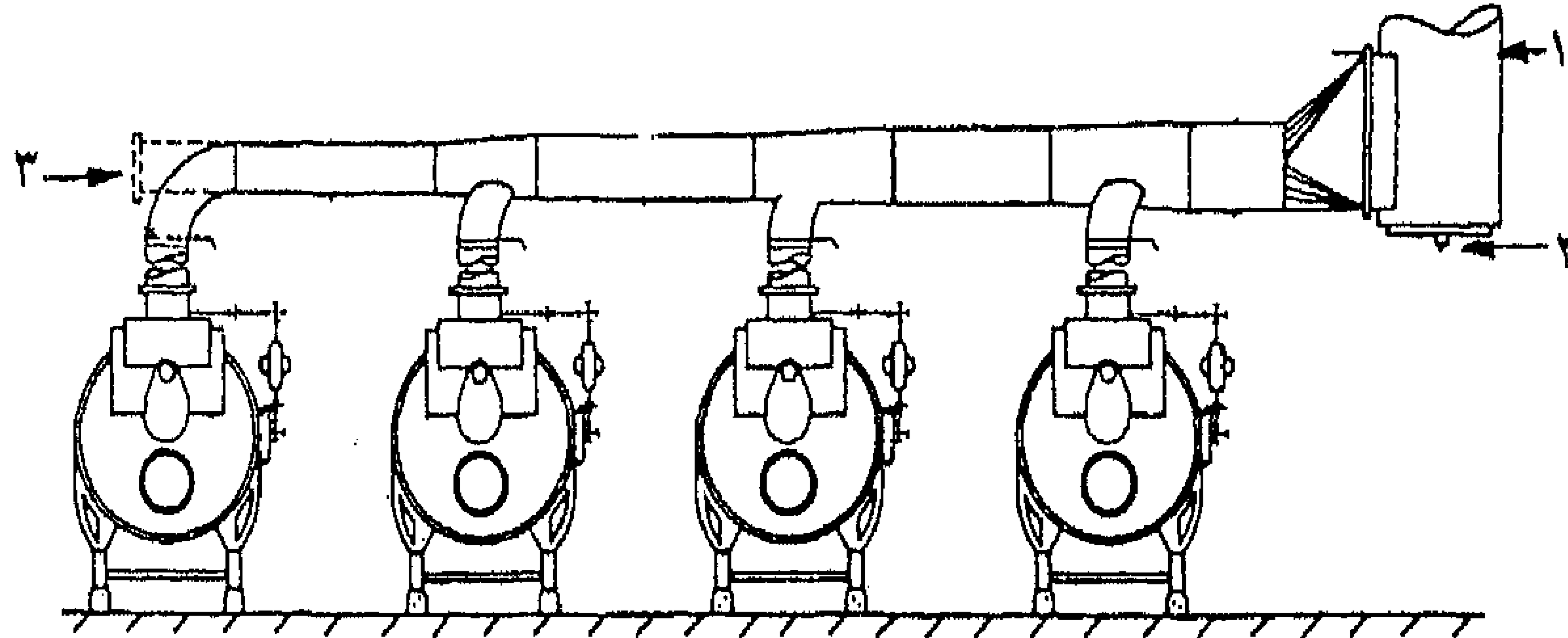
السحب الطبيعي:

ينتج السحب الطبيعي نتيجة للفرق الحاصل بين وزن عمود الغازات الساخنة الصاعدة في المدخنة ووزن عمود مساو له من الهواء البارد خارجها.

٤ ـ ٥ توصيل المراجل بالمداخن :

يتم وصل المرجل بالمدخنة الخارجية بواسطة مدخنة الصاج المصنوعة من الحديد الأسود وبسماكة لا تقل عن ٣ مم وتكون مدخنة الصاج دائرية أو مستطيلة أو مربعة وذلك حسب فتحة المرجل تماماً ، وتكون مدخنة الصاج ذات أكواع دائرية واسعة ومزودة بفتحة عند الأكواع من أجل التنظيف و يكون لهذه الفتحة رقبة خاصة مع غطاء محكم له يد خاصة وتكون مساحة الفتحة ٢٠×٢٠ سم إذا كانت المدخنة مستطيلة أو مربعة ولا يقل قطرها عن ٢٥ سم إذا كانت المدخنة دائرية .

و يبين الشكل (٥٩) توصيل أربعة مراجل على مدخنة خارجية واحدة .

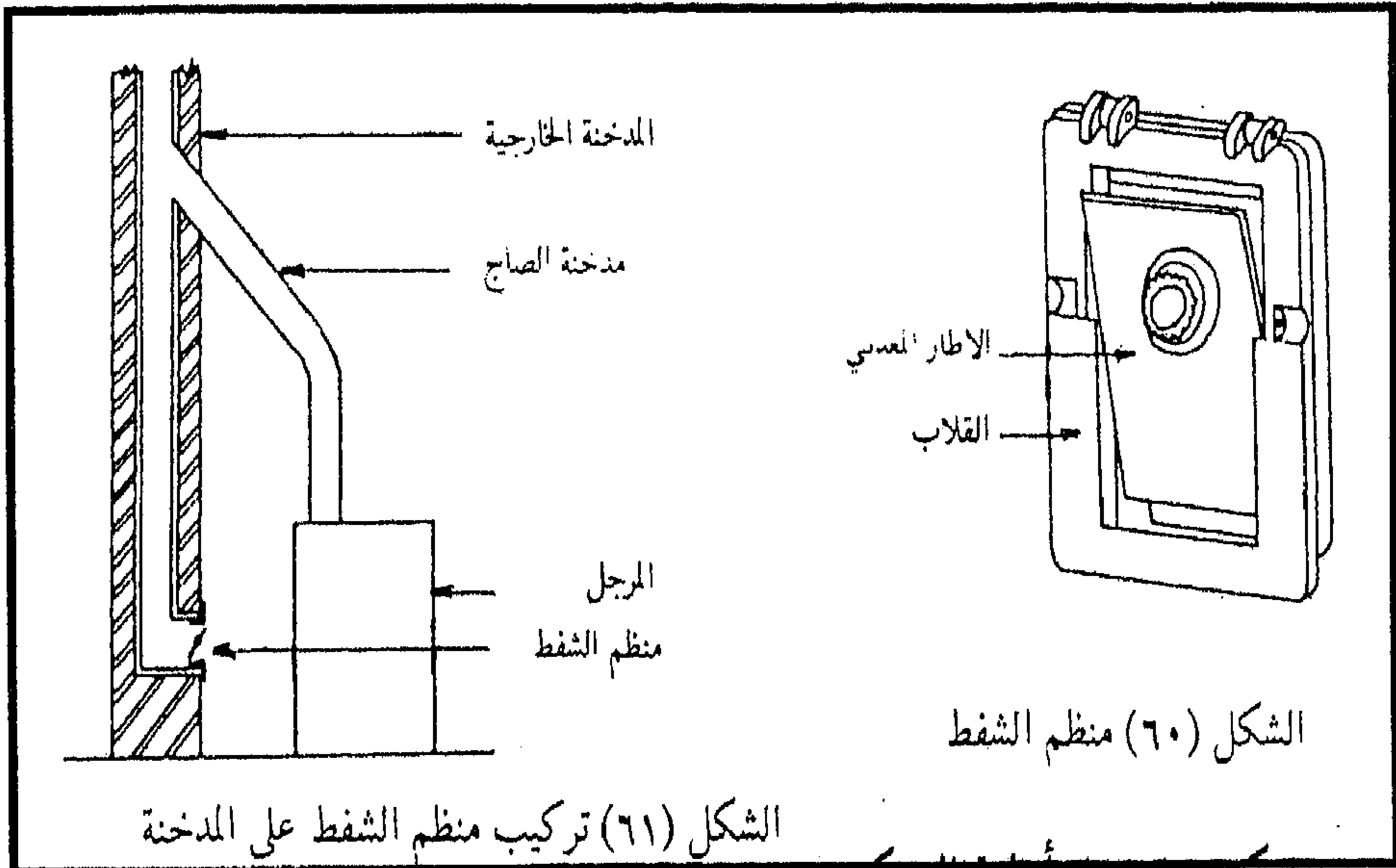


الشكل (٥٩) توصيل أربعة مراجل على مدخنة خارجية واحدة

١ ـ المدخنة الخارجية ٢ ـ منظم شفط ٣ ـ فتحة تنظيف مدخنة الصاج

ـ منظـم الشفـط :

يتـكـون منـظـم الـشـفـط من اطار معدني ذو مفصلات بداخله قلاب ذو مفصلات ، يستخدم القلاب لمعايرة سحب المدخنة و يفتح أوتوماتيكياً للسماح للهواء البارد من الدخول إلى المدخـنـة عـنـدما يـكون السحب عالياً ، في حالة ازدياد الضغط في داخل المدخنة يعمل الاطار المعـدني كباب لتصريف الانفجار وذلك بتصريف الضغط الزائد في داخل المدخنة إلى الخـارج بحيث يتم فتح القلاب المعدني لمنظم الشفط لتصريف الضغط الزائد ومن ثم يغـلـق الـقلاب والاطار المعدني أوتوماتيكياً . و يبين الشكل (٦٠) منظم الشفط كما يبين الشكل (٦١) تركيب منظم الشفط على المدخنة .



الشكل (٦٠) منظم الشفط

الشكل (٦١) تركيب منظم الشفط على المدخنة

المراجع:

- علوم صناعية معدات وعمليات, ميكانيك, فوزية كاظم حسين ,حكمت سعيد صلاق , بهتام نعيم رمو , مؤسسة التعليم المهني , الجمهورية العراقية.
- اللحام, م. شادي أبو سريس , مكتبة المجتمع العربي للنشر– عمان .
- المشاغل الهندسية , عبد الفتاح حسن محمد , مكتبة المجتمع العربي للنشر – عمان .
- سلسلة الوحدات التدريبية الصناعية المتكاملة , استعمال أجهزة القياس . م. محمد العناني .
- سلسلة الوحدات التدريبية الصناعية المتكاملة , دراسة المبادىء الكهربائية للتيار المتناوب , م. علام الصوص.
- سلسلة الوحدات التدريبية المتكاملة في النجارة.



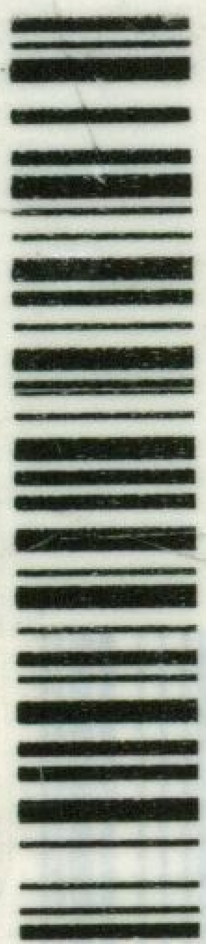
للنشر والتوزيع



للنشر والتوزيع

Engineering workshop

المشاغل الهندسية





مكتبة المجتمع العربي للنشر والتوزيع

الأردن-عمان-وسط البلد- ش. السلط - مجمع الفحيص التجاري- تلفاكس: 2739 463 6 962+

خلوي:5651920 79 962+ ص.ب 8244 الرمز البريدي 11121 جبل الحسين الشرقي

الأردن - عمان - الجامعة الأردنية - ش. الملكة رانيا العبدالله - مقابل كلية الزراعة - مجمع زهدي حصوة التجاري

www.muj-arabi-pub.com

E-mail:Moj_ pub@hotmail.com


9 789957 830564